

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-072317

[ST.10/C]:

[JP2001-072317]

出 願 人

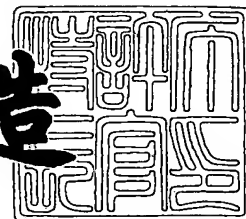
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2002年 3月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3011883

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP000177

【提出日】 平成13年 3月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/31  
C23C 16/48

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 清水 正裕

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 矢沢 実

【特許出願人】

    【識別番号】 000219967

    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100110412

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤元 亮輔

    【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 062488

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9901889

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加熱装置及び熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ランプとランプハウスからなる加熱装置であって、  
前記ランプは、  
第 1 のランプと、  
前記第 1 のランプより照射面積の小さい第 2 のランプとを有し、  
前記ランプハウスは、  
当該ランプハウスの中央に第 1 のランプを収納する第 1 のランプ収納部と、  
前記第 1 の領域の周囲に第 2 のランプを収納する第 2 のランプ収納部とを有する加熱装置。

【請求項 2】 前記第 2 のランプは、前記第 1 のランプの単位面積当たりの照射エネルギーよりも大きい単位面積当たりの照射エネルギーを有する加熱装置。

【請求項 3】 前記第 2 の領域の有する単位面積当たりのランプ数は、前記第 1 の領域の有する単位面積当たりのランプ数よりも多い請求項 1 記載の加熱装置。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 のランプは前記第 1 及び第 2 の収納部から着脱可能に収納される加熱装置。

【請求項 5】 前記ランプは光源より射出された光を反射する反射部を有する請求項 4 記載の加熱装置。

【請求項 6】 前記ランプは当該ランプの外周部にねじ山を有し、  
前記第 1 及び第 2 のランプ収納部は前記ランプのねじ山と適合するねじ山を有する請求項 4 記載の加熱装置。

【請求項 7】 前記ランプ収納部は当該ランプ収納部に内接する複数の薄板を有し、

前記薄板を弾性変形させることで前記ランプを保持する請求項 4 記載の加熱装置。

【請求項 8】 被処理体に熱源を用いて所定の熱処理を行う熱処理装置であ

って、

前記熱源を構成する第 1 のランプと、

前記熱源を構成し、前記第 1 のランプより照射面積の小さい第 2 のランプと、

前記第 1 及び第 2 のランプを保持するランプハウスとを有し、

前記ランプハウスは、

当該ランプハウスの中央に第 1 のランプを収納する第 1 のランプ収納部と、

前記第 1 の領域の周囲に第 2 のランプを収納する第 2 のランプ収納部とを有する熱処理装置。

# 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

### 【発明の属する技術分野】

本発明は、単結晶基板、ガラス基板などの被処理体を加熱処理する加熱装置及び熱処理装置に関する。本発明は、例えば、メモリや IC などの半導体装置の製造に適した急速熱処理 (RTP: Rapid Thermal Processing) 装置に好適である。ここで、RTP は、急速熱アニーリング (RTA)、急速クリーニング (RTC)、急速熱化学気相成長 (RTCVD)、急速熱酸化 (RTO)、及び急速熱窒化 (RTN) などを含む技術である。

## 【 0 0 0 2 】

### 【従来の技術】

一般に、半導体集積回路を製造するためには、半導体ウェハ等のシリコン基板に対して成膜処理、アニール処理、酸化拡散処理、スパッタ処理、エッチング処理、窒化処理等の各種の熱処理が複数回に亘って繰り返される。

## 【 0 0 0 3 】

半導体製造処理の歩留まりと品質を向上させるため等の目的から急速に被処理体の温度を上昇及び下降させる RTP 技術が注目されている。従来の RTP 装置は、典型的に、被処理体 (例えば、半導体ウェハ、フォトマスク用ガラス基板、液晶表示用ガラス基板、光ディスク用基板) を載置するサポートリング (ガードリングその他の名称で呼ばれる場合もある。) と、これらを収納する枚葉式チャンバ (処理室) と、処理室に配置されたウィンドウと、ウィンドウの外部上部又

は上下部に配置された加熱用ランプ（例えば、ハロゲンランプ）と、ランプの被処理体とは反対側に配置されたリフレクタ（反射板）とを有している。

## 【 0 0 0 4 】

リフレクタは、例えば、アルミニウム製で、その反射部には、典型的に、金メッキが施されている。リフレクタには、リフレクタのランプによる温度破損（例えば、高温による金メッキ剥離）と冷却時にリフレクタが冷却を妨げないようにするための冷却機構（冷却管など）が設けられている。RTP技術で要求される急速昇温は、ランプのパワー密度とランプから被処理体への光照射の指向性に依存する。

## 【 0 0 0 5 】

ウインドウは石英より形成（以下、石英ウインドウ）され、板状に構成されたり、被処理体を内部に収納可能な管状に構成されたりする。処理室が真空ポンプにより排気されて内部が減圧環境に維持される場合には、石英ウインドウは数10 mm（例えば、30乃至40 mm）の肉厚を有して減圧と大気との差圧を維持する。石英ウインドウは、温度が上昇することで発生する各温度差による熱応力を防ぐために、肉薄で耐圧可能な湾曲状に加工される場合もある。

## 【 0 0 0 6 】

ハロゲンランプは、被処理体を均一に加熱するために複数個配列され、リフレクタによって、ハロゲンランプからの赤外線を一様に被処理体に向かって放射する。ハロゲンランプ及びリフレクタは一のランプハウスとして一体的に構成される。処理室は、典型的に、その側壁において被処理体を導出入するゲートバルブに接続され、また、その側壁において熱処理に使用される処理ガスを導入するガス供給ノズルと接続される。

## 【 0 0 0 7 】

被処理体の温度は処理の品質（例えば、成膜処理における膜厚など）に影響を与えるために正確に把握される必要があり、高速昇温及び高速冷却を達成するために被処理体の温度を測定する温度測定装置が処理室に設けられる。温度測定装置は熱電対によって構成されてもよいが、被処理体と接触させねばいけないことから被処理体が熱電対を構成する金属によって汚染されるおそれがある。そこで

、被処理体の裏面から放射される赤外線強度を検出し、その放射強度を以下の数式 1 に示す式に則って被処理体の放射率  $\varepsilon$  を求めて温度換算することによって被処理体の温度を算出するパイロメータが温度測定装置として従来から提案されている。

【0008】

【数 1】

$$E_m(T) = \varepsilon E_{BB}(T)$$

【0009】

ここで、 $E_{BB}(T)$  は温度  $T$  の黒体からの放射強度、 $E_m(T)$  は温度  $T$  の被処理体から測定された放射強度、 $\varepsilon$  は被処理体の放射率である。

【0010】

動作においては、被処理体はゲートバルブから処理室に導入されて、中空のサポートリングにその周辺が支持される。熱処理時には、ガス供給ノズルより、窒素ガスや酸素ガス等の処理ガスが導入される。一方、ハロゲンランプから照射される赤外線は被処理体に吸収されて被処理体の温度は上昇する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

近年の RTP は被処理体の高品質処理とスループットの向上から急速昇温の要請がますます高まっている。例えば、温度上昇を現在の  $90^{\circ}\text{C}/\text{sec}$  から  $250^{\circ}\text{C}/\text{sec}$  にするなどである。しかし、被処理体（例えば、シリコン基板）が載置されるサポートリングは、通常、耐熱性に優れたセラミックス（例えば、SiC）から構成されるが、両者の間には熱容量の相違から温度上昇が異なる。このため、被処理体は中心温度よりもサポートリングに接触する周辺温度の温度上昇が低く、被処理体全面に亘る一様な急速昇温が困難であるという問題があった。これを解決する一手段として、本発明者は、被処理体の中心よりも周辺を大きなパワーで加熱することを検討した。また、リフレクタも大きなパワーで加熱す

ることにより劣化する。しかし、高出力ランプは低出力ランプよりも短命になる。同様に、高出力ランプ用リフレクタは低出力ランプ用リフレクタよりも短命になる。この結果、寿命切れとなったランプハウス周辺のランプとリフレクタを交換するために、未だ使用可能なランプハウス中央のランプとリフレクタをも含めたランプハウスを一体的に交換しなければならなくなり、不経済である。

#### 【 0 0 1 2 】

そこで、このような課題を解決する新規かつ有用な加熱装置及び熱処理装置を提供することを本発明の概括的目的とする。

#### 【 0 0 1 3 】

より特定的には、被処理体の急速昇温を可能にすると共に経済性に優れた加熱装置及び熱処理装置を提供することを本発明の例示的目的とする。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題に鑑み、本発明の一側面としての加熱装置は、ランプとランプハウスからなる加熱装置であって、前記ランプは、第1のランプと、前記第1のランプより照射面積の小さい第2のランプとを有し、前記ランプハウスは、当該ランプハウスの中央に第1のランプを収納する第1のランプ収納部と、前記第1の領域の周囲に第2のランプを収納する第2のランプ収納部とを有する。かかる加熱装置はランプハウスの中央部に照射面積の大きな第1のランプ、当該第1のランプの周囲に当該第1のランプより照射面積の小さな第2のランプを有する。かかる加熱装置は当該加熱装置の被照射面の中心部を大きな照射面積で、その周囲を小さな照射面積で照射することが可能である。また、第2のランプの単位面積あたりの照射エネルギーを上げるといった構成であっても良い。かかる構成は、被照射面において照射部分の周縁部を集中的に加熱することが可能である。また、第2の領域において、単位面積あたりのランプ数を第1領域の単位面積あたりのランプ数より増加させることで、かかる作用はより顕著なものとなる。更に、加熱装置は一のランプに関し基部からの着脱可能な構成であっても良い。かかる構成は、例えば、劣化したランプだけを容易に交換することが可能であって、未だ使用可能なランプを取り外すことがない。また、ランプを交換する際に基部全体を



交換する必要がなく、劣化したランプのみを交換することができる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の別の側面としての熱処理装置は、被処理体に熱源を用いて所定の熱処理を行う熱処理装置であって、前記熱源を構成する第1のランプと、前記熱源を構成し、前記第1のランプより照射面積の小さい第2のランプと、前記第1及び第2のランプを保持するランプハウスとを有し、前記ランプハウスは、当該ランプハウスの中央に第1のランプを収納する第1のランプ収納部と、前記第1の領域の周囲に第2のランプを収納する第2のランプ収納部とを有する。かかる熱処理装置は上述した加熱装置を有し、同様の作用を奏する。より詳細には、被処理体は中心温度よりもサポートリングに接触する周辺温度の温度上昇が低く部分である狭い領域を小さな照射面積を有する第2のランプで効率的に照射することができる。また、第2のランプの照射エネルギーを上昇させる、又は第2の領域の単位面積あたりのランプ数を増やすことで、被処理体の中心部及び外周部をムラなく加熱することが可能である。従って、高品質な熱処理を施すことが可能であり、かかる熱処理を施された被処理体もまた高品質である。更に、熱処理装置は一のランプに関し基部からの着脱可能な構成であっても良い。かかる構成は、例えば、劣化したランプだけを容易に交換することが可能であって、未だ使用可能なランプを取り外すことがない。また、ランプを交換する際に基部全体を交換する必要がなく、劣化したランプのみを交換することができる。よって、熱処理装置のメンテナンス性を向上することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の目的及び更なる特徴は以下添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の例示的な熱処理装置100について説明する。なお、各図において同一の参照符号は同一部材を表している。また、同一の参照番号に大文字のアルファベットを付したものはアルファベットの無い参照番号の変形例であり、特に断らない限り、アルファベットの無い参照番号は大文

字のアルファベットを付した参照番号を総括するものとする。ここで、図 1 は、本発明の例示的一態様としての熱処理装置 1 0 0 の概略断面図である。図 1 に示すように、熱処理装置 1 0 0 は、処理室（プロセスチャンバー）1 1 0 と、ウインドウ 1 2 0 と、加熱部 1 4 0 と、サポートリング 1 5 0 と、ベアリング 1 6 0 と、永久磁石 1 7 0 と、ガス導入部 1 8 0 と、排気部 1 9 0 と、放射温度計 2 0 0 と、制御部 3 0 0 とを有する。なお、図 1 において、加熱部 1 4 0 及びランプ 1 3 0 の形状は簡略化されていることに理解されたい。なお、かかる構成は後述する図面及び本明細書において更に明らかとなるであろう。

#### 【0 0 1 8】

処理室 1 1 0 は、例えば、ステンレススチールやアルミニウム等により成形され、ウインドウ 1 2 0 と接続している。処理室 1 1 0 は、その円筒形の側壁 1 1 2 とウインドウ 1 2 0 とにより被処理体 W に熱処理を施すための処理空間を画定している。処理空間には、半導体ウェハなどの被処理体 W を載置するサポートリング 1 5 0 と、サポートリング 1 5 0 に接続された支持部 1 5 2 が配置されている。これらの部材は被処理体 W の回転機構において説明する。また、側壁 1 1 2 には、ガス導入部 1 8 0 及び排気部 1 9 0 が接続されている。処理空間は排気部 1 9 0 によって所定の減圧環境に維持される。被処理体 W を導入及び導出するためのゲートバルブは図 1 においては省略されている。

#### 【0 0 1 9】

処理室 1 1 0 の底部 1 1 4 は冷却管 1 1 6 a 及び 1 1 6 b（以下、単に「1 1 6」という。）に接続されており冷却プレートとして機能する。必要があれば、冷却プレート 1 1 4 は温度制御機構を有してもよい。温度制御機構は、例えば、制御部 3 0 0 と、温度センサと、ヒータとを有し、水道などの水源から冷却水を供給される。冷却水の代わりに他の種類の冷媒（アルコール、ガルデン、フロン等）を使用してもよい。温度センサは、PTCサーミスタ、赤外線センサ、熱電対など周知のセンサを使用することができる。ヒータは、例えば、冷却管 1 1 6 の周りに巻かれたヒータ線などとしてから構成される。ヒータ線に流れる電流の大きさを制御することによって冷却管 1 1 6 を流れる水温を調節することができる。

## 【 0 0 2 0 】

ウインドウ 1 2 0 は処理室 1 1 0 に気密的に取り付けられて、処理室 1 1 0 内の減圧環境と大気との差圧を維持すると共に後述するランプ 1 3 0 からの光を透過する。ウインドウ 1 2 0 は、半径約 4 0 0 mm、厚さ約 5 乃至 1 0 mm、例えば 5 mm の円筒形のプレート 1 2 1 であって、透光性セラミックスより形成される。本実施例において、プレート 1 2 1 に使用される透光性セラミックスは  $Al_2O_3$  より構成されるが、後述するようにこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 2 1 】

セラミックスは原料粉末を焼結して得られる多結晶体で、その微細構造は一般に結晶粒、結晶粒界のほかに析出物及び気孔（空孔）からなっている。基本的にセラミックスは不透光性を示すが、焼結プロセス、原料粉末、及び添加物をコントロールし、微細構造を変化させることでセラミックスを透明化することが可能となる。なお、透光性を示すセラミックスを一般的に透光性セラミックスと称する。透光性セラミックスの微構造は気孔や析出物などがほとんど存在せず結晶粒界のみより成る。これにより、透光性セラミックス中を通過する光は物質によるエネルギーの損失がほとんど引き起こされず、拡散光とならずに物体中を通過可能となり透光性を示す。一方、物質中の電子遷移に基づく光エネルギーの吸収現象も透光性を示す要因の一つであり、所望する波長領域に吸収現象の要素を持っていない材料がセラミックスの透明化の対象となる。なお、透光性セラミックスは当業界のいかなる技術をも適用可能であり、本明細書における詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 2 2 】

透光性セラミックスは高温強度が大きく、また焼結体の気孔率がほとんど 0 であることから、平滑な表面が得られガス放出がないなどの特徴を有する。なお、本発明において使用されるプレート 1 2 1 に好適な透光性セラミックスは、更に以下のような性質を有する。第 1 に、透過率波長依存度が石英と同等以上である。例えば、石英は 0.3 乃至 2.5  $\mu m$  の波長を有する光を 8 0 乃至 9 0 % 以上透過する。第 2 に、曲げ強度が石英の最大曲げ応力  $\sigma_{MAX} = 68 MPa$  より優れている。第 3 に、熱伝導率が石英の熱伝導率（1.4 乃至 1.9  $W/m \cdot K$ ）よ

り優れていること。第 4 に、製造性が良いことが挙げられる。

【 0 0 2 3 】

プレート 1 2 1 は上述したように  $Al_2O_3$  より構成される透光性セラミックスであり、文献によると厚さ 5 mm のプレート 1 2 1 では波長領域 3. 5 乃至 6. 0  $\mu m$  において 8 0 % 以上の透過率を示す。また、 $Al_2O_3$  の最大曲げ応力  $\sigma_{MAX}$  は 5 0 0 MP a であり、石英より向上している。従って、プレート 1 2 1 は従来のように処理室 1 1 0 から離れる方向に湾曲するドーム型に形成される必要がなく、平面形状を有する。ドーム型に形成される石英ウインドウは被処理体をランプから離間する距離を大きくするのでランプの指向性を悪化させるという問題があったが、本実施例はかかる問題を解決している。

【 0 0 2 4 】

ウインドウ 1 2 0 と同条件である周囲固定、等分布荷重  $p$  の円板（半径  $a$ 、厚さ  $t$ ）において、かかる円板に働く最大曲げ応力  $\sigma_{MAX}$  は次式で求められる。

【 0 0 2 5 】

【数 2】

$$\sigma_{MAX} = \frac{3pa^2}{4t^2}$$

【 0 0 2 6 】

周囲固定、等分布荷重の円板において半径が同一である場合、最大曲げ応力は板圧の 2 乗に反比例する。従って、石英の約 7. 4 倍の最大曲げ応力を有する本発明のプレート 1 2 1 は、石英に対して板圧を約 1 / 2. 7 倍にすることが可能である。その結果、本発明のプレート 1 2 1 は従来の石英の約 1 / 3 程度の厚さで同様な強度を得ることができるため、ウインドウ 1 2 0 の薄型化が可能となる。

## 【 0 0 2 7 】

本実施例のプレート 1 2 1 の厚さは 5 乃至 1 0 mm 以下、例えば約 5 mm であり、従来の石英ウインドウの厚さである 3 0 乃至 4 0 mm よりも小さい。この結果、本実施例のウインドウ 1 2 0 は、従来の石英ウインドウよりも後述するランプ 1 3 0 からの光の吸収量が小さい。よって、第 1 に、後述するランプ 1 3 0 からの被処理体 W への照射効率を従来よりも向上することができるので高速昇温を低消費電力で達成することができる。即ち、従来はランプ光が石英ウインドウに吸収されて被処理体 W への照射効率を低下させる問題があったが本実施例はそれを解決している。第 2 に、プレート 1 2 1 の表裏面での温度差（即ち、熱応力差）を従来よりも低く維持することができるために破壊しにくい。即ち、従来は石英ウインドウのランプに対向する面とその反対側の面で温度差が生じて、RTP のような急速昇温時には表裏面での熱応力差から石英ウインドウが破壊し易いという問題があったが本実施例はそれを解決している。第 3 に、ウインドウ 1 2 0 の温度上昇は従来の石英ウインドウよりも低いために成膜処理の場合にその表面に堆積膜や反応副生成物が付着することを防止することができ、温度再現性を確保することができると共に処理室 1 1 0 のクリーニングの頻度を減少することができる。即ち、従来は石英ウインドウの温度が上昇し、特に、成膜処理の場合には、その表面に堆積膜や反応副生成物が付着してしまい温度再現性を確保できないと共に処理室のクリーニングの頻度が増加するという問題があったが、本実施例はそれを解決している。

## 【 0 0 2 8 】

また、プレート 1 2 1 の熱伝導率は  $3.4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  であり、従来の石英ウインドウの熱伝導率である  $1.4$  乃至  $1.9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  より大きい。石英と比較しても 1.8 乃至 2.4 倍高い値を示す。この結果、本実施例のウインドウ 1 2 0 は、石英ウインドウよりも加熱時のウインドウ 1 2 0 内の温度格差が小さい。よって、ランプ 1 3 0 からのエネルギーは被処理体 W へ均一に到達し、被処理体 W を均一に加熱することが可能となる。従って、被処理体 W へ均一な加熱をすることが可能であって、従来と比べ高品質な被処理体 W を提供することが可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

更に、透光性セラミックスより構成されるプレート 1 2 1 は石英と比べて加工が容易であり、製造性に優れる。後述するように、プレート 1 2 1 の内部に冷却管を配置する構成も可能である。

#### 【 0 0 3 0 】

本実施例において、プレート 1 2 1 は  $Al_2O_3$  より構成されるが、上述した様に本発明はかかる部材に限定されるものではない。プレート 1 2 1 は上述したような作用と効果を有するに足りるものであって、本実施例に適用可能な透光性セラミックスは、例えば、 $AlN$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $Ca_5(PO_4)_3OH$ 、 $Si_3N_4$ 、 $PLZT-8/65/35$ 、 $Y_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $ThO_2-5mol\%Y_2O_3$ 、 $Y_2O_3-10mol\%ThO_2$  等が考えられる。

#### 【 0 0 3 1 】

以下、図 2 乃至図 3 を参照して、本実施例のウインドウ 1 2 0 の変形例としてのウインドウ 1 2 0 A を説明する。ここで、図 2 は図 1 に示すウインドウ 1 2 0 の変形例であるウインドウ 1 2 0 A の底面図である。図 3 は、図 2 に示すウインドウ 1 2 0 A の A-A 断面の一部拡大断面図である。本実施例のウインドウ 1 2 0 A は、図 2 に示すプレート 1 2 1 の直下に断面矩形のアルミニウム又はステンレススチール (SUS) 製の補強材 (又は柱) 1 2 4 を有する。図 2 において、例示的に、補強材 1 2 4 は直線的に複数形成されている。なお、かかるウインドウ 1 2 0 A を使用する場合、ランプ 1 3 0 は直線的に配列されることが好ましく、補強材 1 2 4 はランプ 1 3 0 の真下を避ける (即ち、ランプ 1 3 0 のランプ光が補強材によって遮蔽されない) ように配置される。但し、補強材 1 2 4 は曲げ等の形状を有してもよく、本実施例の加熱部 1 4 0 のようにランプ 1 3 0 が同心円状に配置される場合、ランプ 1 3 0 の真下を避けるように曲げ加工を施せばよい。補強材 1 2 4 は熱伝導率がよく、また、処理室と同様の材質であるので被処理体 W に対する汚染源にはならない。補強材 1 2 4 によりウインドウ 1 2 0 A のプレート 1 2 1 の厚さは 5 乃至 10 mm 以下、好ましくは 5 mm 以下、より好ましくは、例えば、約 3 mm となり、上述の長所を更に顕著に有する。本実施例で、補強材 1 2 4 の断面寸法は、図 3 において高さ約 18 mm、幅約 12 mm であり、水冷管 1 2 5 の径は 6 mm 程度であるがこれに限定されるものではない。

図 3 に矢印で示すように、ランプ 1 3 0 からの光は補強材 1 2 4 の側面で反射されて下方に配置された図示しない被処理体 W に導入される。

#### 【 0 0 3 2 】

かかる補強材 1 2 4 は、内部に冷却管（水冷管） 1 2 5 を有し、ウインドウ 1 2 0 A の強度を更に高めている。本実施例の冷却管 1 2 5 は、補強材 1 2 4 とプレート 1 2 1 の両方を冷却する機能を有する。冷却管 1 2 5 はプレート 1 2 1 を冷却し、ランプ光による熱変形を防止する効果を有する。また、補強材 1 2 4 がアルミニウム製であれば 2 0 0 乃至 7 0 0 ℃ で溶けたり変形したりするので適当な温度制御が必要だからである。冷却管 1 2 5 による温度制御は冷却管 1 1 6 と同様でもよいし、当業界で既知のいかなる方法をも適用することができる。

#### 【 0 0 3 3 】

以下、図 4 を参照して、本実施例のウインドウ 1 2 0 の別の変形例としてのウインドウ 1 2 0 B を説明する。ここで、図 4 は、図 1 に示すウインドウ 1 2 0 の変形例であるウインドウ 1 2 0 B の一部拡大断面図である。本実施例のウインドウ 1 2 0 B は、透光性セラミックスより形成された 2 枚の薄いプレート 1 2 6 及び 1 2 7 より構成されるプレート 1 2 1 と、かかるプレート 1 2 6 及び 1 2 7 の間に配置された冷却管 1 2 5 とを有する。

#### 【 0 0 3 4 】

プレート 1 2 1 は、図中の点線で示したプレート 1 2 6 と 1 2 7 を張り合わせる貼り合せ面 1 2 8 に対しプレート 1 2 6 及び 1 2 7 が線対称に構成される。プレート 1 2 6 及び 1 2 7 には冷却管 1 2 5 に適合する溝が形成され、かかる溝に冷却管 1 2 5 を配し両面から張り合わされる。なお、溝はランプ 1 3 0 の各ランプの間であって、ランプの真下を避けるように配置される。透光性セラミックスは石英に比べて局所的な加工が容易であるという長所を有し、かかる構成が可能となる。また、プレート 1 2 6 及び 1 2 7 を張り合わせたときのプレート 1 2 1 の厚さは、ウインドウ 1 2 0 のプレート 1 2 1 と同一であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 5 】

冷却管 1 2 5 は断面形状が円もしくは楕円より形成された冷却管であって、プレート 1 2 6 及び 1 2 7 の間に配される。冷却管 1 2 5 はプレート 1 2 6 及び 1

27の間に配されるため、ウインドウ120Aと比べてプレート121の冷却効率を向上するという長所を有する。なお、冷却管125は上述したウインドウ120Aと同様の効果を有するものであり、ここでの詳細な説明は省略する。

【0036】

以下、図5乃至図10を参照して、本発明の加熱部140を説明する。ここで、図5は、図1に示す加熱部140の概略底面図であり、図6は、図5に示す加熱部140の一部を示す拡大断面図である。図7は、図5に示すランプ加熱部140よりランプ130をはずしたときの図6に対応する図である。図8は、図6に示すランプ130aの概略断面図である。図9は、図6に示すランプ130bの概略断面である。図10は、図6に示すランプ130の概略底面図である。なお、図5乃至図10において加熱部140及びランプ130は多少誇張して描かれており、本発明を特徴的に表すものであることに理解されたい。加熱部140は2種類のランプ130a及びランプ130bと、ランプハウスとしてのランプ保持部142とを有し、被処理体Wに所定の熱処理を施す加熱装置として機能する。ここで、ランプ130はランプ130a及びランプ130bを総括するものとする。本実施例において、加熱部140はランプ130の照射面と被処理体Wまでの距離が約40mmとなるように被処理体Wから離間されている。

【0037】

ランプ130は、本実施例ではシングルエンド型であるが、電熱線ヒータ等その他のエネルギー源を使用してもよい。ここで、シングルエンド型とは、図6に示すように、一の電極部132を有する種類のランプをいう。ランプ130は被処理体Wを加熱する機能を有し本実施例ではハロゲンランプであるが、加熱部140に適用可能なランプがこれに限定されるものではない。また、ランプ130の出力はランプドライバ310によって決定されるが、ランプドライバ310は後述するように制御部300により制御され、それに応じた電力をランプ130に供給する。なお、本実施例において、ランプ130bのパワー密度はランプ130aのパワー密度より大きくなるように制御部300により電力が制御される。より詳細には、ランプ130bはランプ130aの2乃至3倍のパワー密度を有する。



## 【 0 0 3 8 】

図 5 に示すように、本実施例では、ランプ 1 3 0 はほぼ円形の被処理体 W に対応させてほぼ同心円状に配置されている（図 5 において、ランプ 1 3 0 はその数が省略して描かれている）。また、ランプ 1 3 0 は被処理体 W の中心近傍に対応する位置に大口径のランプ 1 3 0 a が、サポートリング 1 5 0 及び被処理体 W の端部近傍に対応する位置に小口径のランプ 1 3 0 b が配置される。なお、ランプ 1 3 0 の配置についてはランプ保持部 1 4 2 において述べるものとし、ここでの詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 3 9 】

典型的に、ランプ 1 3 0 は一の電極部 1 3 2 と、中間部 1 3 4 と、中間部 1 3 4 を介し電極部 1 3 2 に接続される発光部 1 3 6 とを含み、発光部 1 3 6 は中間部 1 3 4 を介し電極部 1 3 2 に接続するフィラメント 1 3 7 のコイル 1 3 8 部分と、リフレクタ 1 3 9 とを有する。

## 【 0 0 4 0 】

本実施例において、ランプ 1 3 0 はランプ保持部 1 4 2 の後述する溝 1 4 3 と内接する側面部分にねじ山（おねじ） 1 3 1 が形成される。ねじ山 1 3 1 は、本実施例においては三角ねじであって、略三角形のねじ山が形成される。なお、ねじ山 1 3 1 の形状はかかる形状に限定されるものではなく、四角ねじ又は台形ねじ等であってもよい。但し、ねじ山 1 3 1 はランプ 1 3 0 の例示的な形態を示したものであり、ランプ 1 3 0 が形状においてこれに限定するものではない。後述するようにねじ山 1 3 1 がないランプ 1 3 0 B であってもよい。

## 【 0 0 4 1 】

本実施例では、例示的に、ランプ 1 3 0 a の電極部 1 3 2 の高さは約 2 5 mm、中間部 1 3 4 の高さは約 4 5 mm、発光部 1 3 6 の高さは約 2 5 mm である。また、中間部 1 3 4 の直径は約 1 0 mm、発光部 1 3 6 の直径は約 4 0 mm である。一方、例示的に、ランプ 1 3 0 b の電極部 1 3 2 の高さは約 2 5 mm、中間部 1 2 4 の高さは約 5 5 mm、発光部の高さ約 1 0 mm である。また、中間部 1 3 4 の直径は約 1 0 mm、発光部 1 3 6 の直径は 2 0 mm である。

## 【 0 0 4 2 】

電極部 1 3 2 は一対の電極 1 3 3 を有し、ランプ保持部 1 4 2 を介しランプドライバ 3 1 0 と電氣的に接続する部分であって、かかる電極 1 3 3 がフィラメント 1 3 7 に電氣的に接続されている。電極部 1 3 2 へ供給される電力はランプドライバ 3 1 0 によって決定され、ランプドライバ 3 1 0 は制御部 3 0 0 によって制御される。電極部 1 3 2 とランプドライバ 3 1 0 との間は後述する封止部 1 4 3 c によって接続されている。

## 【 0 0 4 3 】

中間部 1 3 4 は発光部 1 3 6 と一体、かつ、気密的に形成され、かかる内部には窒素又はアルゴン又はハロゲン気体が封入される。中間部 1 3 4 は電極部 1 3 2 と発光部 1 3 6 の間に位置し所定の長さを有する円筒であって、電極部 1 3 2 と発光部 1 3 6 の間を離間させる。中間部 1 3 4 は、かかる長さにおいて後述するランプ 1 3 0 の温度制御において好ましいという長所を有する。なお、中間部 1 3 4 はかかる内部に位置するフィラメント 1 3 7 も発光するため、当然発光部 1 3 6 の一部である。しかし、本明細書では電極部 1 3 2 と発光部 1 3 6 （最も強く発光する部分）が所定距離離間しているため、かかる領域を中間部 1 3 4 と定義したに過ぎない事に理解されたい。本実施例において、中間部 1 3 4 はセラミックより形成される。なお、中間部 1 3 4 はセラミックの他に金属材料、例えばアルミニウムや S U S （ステンレススチール）より形成されてもよい。

## 【 0 0 4 4 】

発光部 1 3 6 は本実施例において中間部 1 3 4 より大きな径の円筒形状であって、溝 1 4 3 に内接する側面 1 3 6 a と、被処理体 W と対面しランプ光が射出される射出面 1 3 6 b より構成される。発光部 1 3 6 はフィラメント 1 3 7 のコイル 1 3 8 部分とリフレクタ 1 3 9 とを内部に有する。本実施例において、発光部 1 3 6 の側面 1 3 6 a は中間部 1 3 4 と同一材料より中間部 1 3 4 と一体的に成形される。一方、発光部 1 3 6 の射出面 1 3 6 b は石英、又は透光性セラミックスなどのランプ光を透過しやすい材料より形成される。

## 【 0 0 4 5 】

発光部 1 3 6 は、基本的に、側面 1 3 6 が半球、半楕円球、及び円錐形状に形成されるが、ランプ 1 3 0 の側面には後述するようなねじ山 1 3 1 が形成される

。そこで、図 6、図 8 及び図 9 に示すように、本実施例では発光部 1 3 6 はかかるねじ山 1 3 1 を形成するために側面 1 3 6 b の形状が半球及び円錐形状とは異なっており、例示的に変形されていることに理解されたい。また、後述するリフレクタ 1 3 7 の形状が側面 1 3 6 a と同一な形状ではなく半球形状を有するのは、側面 1 3 6 a の形状が例示的に変形されているに過ぎないからである。

## 【 0 0 4 6 】

フィラメント 1 3 7 は、例えば、タングステン (W) から構成される。図 8 乃至図 1 0 によく示されるように、フィラメント 1 3 7 は電極 1 3 3 に接続すると共に発光部 1 3 6 において光源と成り得るコイル 1 3 8 を構成する。かかるコイル 1 3 8 の軸心は被処理体 W に対し平行するように形成される。フィラメント 1 3 7 から発せられた光はコイル 1 3 8 の法線方向 (コイル 1 3 8 の軸心方向と直交する方向) に照射される。従って、少なくともコイル 1 3 8 の被処理体 W と対面する側からの光は被処理体 W に直接 (リフレクタ 1 3 9 を介さずに) 照射されることとなる。かかる光はリフレクタ 1 3 9 による反射損失が 0 であり、高エネルギーのまま被処理体 W に照射される。一方、かかる光を除く光に関しては後述するリフレクタ 1 3 9 によって効率よく反射され被処理体 W へと照射される。

## 【 0 0 4 7 】

リフレクタ 1 3 9 はコイル 1 3 8 を覆い、被処理体 W から遠ざかる方向に凸となるような半球形状を有する。リフレクタ 1 3 9 は光を被処理体 W に向けて反射する反射部であって、より詳細には、発光部 1 3 6 の側面 1 3 6 a と同一形状に形成される。但し、図 6、図 8 及び図 9 では、発光部 1 3 6 がねじ山 1 3 1 を形成するため、上述したように発光部 1 3 6 の形状が変更されていることに理解されたい。また、リフレクタ 1 3 9 の形状は半球形状に限定されず、発光部 1 3 6 の側面と同一であるならばその他の形状を排除するものではない。例えば、リフレクタ 1 3 9 は半楕円球形状や円錐形状であってもよい。また、リフレクタ 1 3 9 は図示しない貫通孔を有し、当該貫通孔よりフィラメント 1 3 7 が電極 1 3 3 と接続することを許容し、コイル 1 3 8 を覆っている。但し、当該貫通孔はリフレクタ 1 3 9 の反射機能を妨げない程度の大きさに形成されることが好ましい。更に、リフレクタ 1 3 9 のコイル 1 3 8 を覆っている側の表面は可視光線及び赤

外線を含む光を効率よく反射する為のコーティング処理が施されている。かかるコーティングの塗布材料としては金（Au）、金（Au）及びロジウム（Rh）、金（Au）及びニッケル（Ni）を使用することが考えられる。

#### 【 0 0 4 8 】

リフレクタ 1 3 9 はフィラメント 1 3 7 のコイル 1 3 8 より発せられる光を被処理体 W に向けて反射すると共に、ランプ 1 3 0 の指向性を高める機能を有する。リフレクタ 1 3 9 は、上述した形状によりフィラメント 1 3 7 のコイル 1 3 8 部分より放射された光を効率よく、好ましくは少なくとも一回以下の反射で被処理体 W に照射するとともに、ランプ光を被処理体に対し略垂直となる方向に集光する。図 1 1 及び図 1 2 を参照するに、ランプ 1 3 0 の光路について説明する。ここで、図 1 1 は、図 6 に示すランプ 1 3 0 のフィラメント 1 3 7 より放出される光 L（L は  $L_1$ 、 $L_2$ 、及び  $L_3$  を総括するものとする。）の光路を示した概略側面図である。図 1 2 は、図 6 に示すランプ 1 3 0 のフィラメント 1 3 7 より放出される光 L の光路を示した別の概略側面図である。コイル 1 3 8 の上面側（被処理体 W に対し対向する側）より放射された光  $L_1$  は被処理体 W から遠ざかる方向、即ちリフレクタ 1 3 9 に向かう。上述したように、リフレクタ 1 3 9 は光を被処理体 W に向かうように反射させる為、かかる光  $L_1$  はリフレクタ 1 3 9 で一回反射し被処理体 W へ向かう。なお、光  $L_1$  の一部は再びフィラメント 1 3 7 に到達し被処理体 W に照射されないものがある。しかし、かかる光のエネルギーはコイル 1 3 8 の加熱及び発光に寄与するため、相対的にエネルギーのロスとは成り得ない。また、コイル 1 3 8 の側面側より放射された光  $L_2$  はリフレクタ 1 3 9 に入射し、大部分は被処理体 W へ照射され、残りは再びフィラメント 1 3 7 にもどり上述したようにコイル 1 3 8 の発光に寄与する。最後に、コイル 1 3 8 の下面側（被処理体 W に対面する側）より放射された光  $L_3$  はリフレクタ 1 3 9 を介さずに被処理体 W に直接照射される。

#### 【 0 0 4 9 】

以上説明したように、本実施例のランプ 1 3 0 はフィラメント 1 3 7 のコイル 1 3 8 部分を平行に配置することで、光は被処理体 W に対し垂直方向に射出される。一の光は被処理体 W に直接照射され、一方その他の光はリフレクタ 1 3 9 に

向かう。また、上述したようにリフレクタ 1 3 9 の形状は光を被処理体 W に向けて反射するように形成されている。よって、ランプ 1 3 0 より射出される光は、一回の反射のみで被処理体に照射される。また、ランプ 1 3 0 より放射される光はリフレクタ 1 3 9 の開口部分の接線方向の範囲内に集中する。即ち、本実施例のランプ 1 3 0 は、図 2 6 に示すような従来のランプよりもリフレクタ 1 3 9 での反射回数が少ないためエネルギー損失が少ないまま被処理体 W に伝達され、指向性にも優れている。従来は光がリフレクタの多重反射に伴う反射損失により、ランプ光のエネルギーを低下させる問題があったが本実施例はそれを解決している。よって、ランプ 1 3 0 は、被処理体 W への照射効率を従来よりも向上することができるので高速昇温を低消費電力で達成することができる。なお、リフレクタ 1 3 9 が有する曲率、及び、開口はランプ 1 3 0 に求める指向性により異なるものである。

## 【 0 0 5 0 】

また、本実施例ではランプ保持部 1 4 2 の後述する溝 1 4 3 に適用可能なねじ山 1 3 1 がランプ 1 3 0 の側面に形成されるため、ランプ 1 3 0 の中間部 1 3 4 及び発光部 1 3 6 は強度、及び加工性を考慮して上述の部材より構成される。しかし、本発明のランプ 1 3 0 はかかる部材に限定されず、ランプ 1 3 0 の中間部 1 3 4 及び発光部 1 3 6 の全体を石英、又は透光性セラミックスより形成してもよい。但し、かかる構成にした場合、ランプ 1 3 0 にカバー材を設け当該カバーにおいてランプ保持部 1 4 2 に対するランプ 1 3 0 の強度、及び加工性を得るものとしなければならないことは言うまでもない。更に、かかるカバー材は後述するランプ 1 3 0 の冷却を妨げないよう、熱伝導率の高い部材より選択されることが好ましい。一方、ランプ 1 3 0 は、典型的に、発光部 1 3 6 の側面 1 3 6 b を上述したように半球又は円錐形状に形成してもよい。更に、ランプ 1 3 0 は発光部 1 3 6 と中間部 1 3 4 が同一径を有する円筒形状に形成されてもよい。しかしながら、上述したランプ 1 3 0 の形状は後述する長所を数多く有するという利点がある。

## 【 0 0 5 1 】

以下、図 1 3 を参照して、本実施例のランプ 1 3 0 の変形例としてのランプ 1

30Aを説明する。ここで、図13は、図6に示すランプ130の変形例であるランプ130Aの概略底面図である。ランプ130Aは複数のコイル138a乃至138cを構成するフィラメント137Aを有する。コイル138a乃至138cは、上述したフィラメント137と同様に、被処理体Wに対して平行になるように配置される。コイル138a乃至138cを並列に配列することで、図12よりランプ130Aを見たとき、ランプ130Aは発光部136を面光源と見なすことができる。即ち、ランプ130Aはランプ130よりも照射エネルギーを増大させる。よって、被処理体Wへの照射効率をランプ130よりも向上することができるので高速昇温を達成することができる。また、かかるランプ130Aにおいても、ランプ130で述べたようなリフレクタ139の反射損失が少なく、かつ指向性を持たせたランプであることはいうまでもない。

## 【0052】

なお、ランプ130Aにおいて、フィラメント137Aを構成するコイル138a乃至138cの数は例示的であり、所望する照射エネルギーにより適宜変更可能である。また、フィラメント137Aの配置及び形状は、ランプ130Aが被処理体Wに対して面光源とみなせるに足りるものである。即ち、図14乃至図17に示すようなフィラメント137の配置であっても良い。ここで、図14乃至図16は、図13に示すランプ130Aの有するフィラメント137Aの変形例であるフィラメント137B乃至137Dを示す概略平面図である。図17は、図16に示すフィラメント130Dを示す概略側面図である。図14は複数のコイル138d乃至139gが交差するように配置されたフィラメント137Bである。図15は幅広に形成されたコイル138hを有するフィラメント137Cである。図16乃至図17はコイル138iが螺旋を形成するフィラメント137Dである。上述した形状であっても、ランプ130Aを面光源と見なせることができ、ランプの照射エネルギーを上げることが可能である。

## 【0053】

図5乃至図7、図18を参照するに、ランプハウスとして機能するランプ保持部142は略直方体形状を有し、各ランプ130を収納する溝143と、隔壁148とを有している。ここで、図18は、図6に示すランプ保持部142のラン

プ 1 3 0 が熱膨張をしていないときの一部拡大断面図である。

【 0 0 5 4 】

溝 1 4 3 はランプを収納するランプ収納部としての機能を有し、ランプ 1 3 0 a を収納する溝 1 4 3 a と、ランプ 1 3 0 b を収納する溝 1 4 3 b より構成される。なお、溝 1 4 3 は溝 1 4 3 a、溝 1 4 3 b を総括するものとする。なお、溝 1 4 3 の詳細な形状については後述するものとし、以下溝 1 4 3 の配置について説明する。

【 0 0 5 5 】

図 5 によく示されるように、溝 1 4 3 a はランプ保持部 1 4 2 の中心（図中、線 X と線 Y の交差部分）、即ち被処理体 W の中心に対応する部分から半径方向に、サポートリング 1 5 0 の手前まで同心円を描くように形成される。より詳細には、溝 1 4 3 a はランプ保持部 1 4 2 の中心、及び、当該中心部分から半径が第 1 の距離づつ大きく形成された複数の同心円の円周上に、溝 1 4 3 a の中心が位置するように複数の溝 1 4 3 a が形成される。かかる第 1 の距離は、ランプ 1 3 0 a の放射分布の半値幅（ランプ 1 3 0 a の光強度がピーク値と比較して半分の値になったときの放射分布の幅）の約 0.5 乃至 1.5 倍に設定される。本実施例において、ランプ 1 3 0 a は射出面 1 3 6 b からランプ光の放射方向に約 4 0 m m の点（本実施例における、ランプ 1 3 0 から被処理体 W までの距離）において、半値幅約 4 0 m m を示す。なお、かかる幅は使用するランプによって異なる値であって、本発明を限定するものではない。また、本実施例では、後述する冷却管 1 4 8 を発光部 1 3 6 側に有する為、第 1 の距離はランプ 1 3 0 a の発光部 1 3 6 の直径より大きな値である 5 0 m m （半値幅 4 0 m m × 1.25）に設定される。なお、かかる同心円は後述する溝 1 4 3 b と重ならない程度の位置まで広げられるものとする。また、一の円上に形成される各溝 1 4 3 a の間隔は第 1 の距離ごとに形成されることが好ましい。

【 0 0 5 6 】

一方、溝 1 4 3 b はサポートリング 1 5 0 と被処理体 W とが重なる部分、及び、その近傍に対応する位置に複数の同心円を描くように形成される。より詳細には、溝 1 4 3 b は被処理体 W と後述するサポートリング 1 5 0 の重なる領域であ

って、その略中心を示す第一の円 $C_1$ 、当該円 $C_1$ より半径が第2の距離だけ大きい第2の円 $C_2$ と、円 $C_1$ より半径が第2の距離だけ小さい第3の円 $C_3$ のそれぞれの円周上に位置するように配置される。なお、第2の距離は、ランプ130bの放射分布の半値幅の約0.5乃至1.5倍に設定される。ランプ130bは射出面136bからランプ光の放射方向に約40mmの点（本実施例における、ランプ130から被処理体Wまでの距離）において、半値幅約20mmを示す。なお、かかる幅は使用するランプによって異なる値であって、本発明を限定するものではない。溝143aと同様に、冷却管を発光部136側に有する為、第2の距離は25mm（半値幅20mm $\times$ 1.25）に設定される。また、一の円上に形成される溝143bの間隔は第2の距離ごとに形成されることが好ましい。

## 【0057】

本実施例では、溝143bは3つの円 $C_1$ 、 $C_2$ 、及び $C_3$ 上に形成されるが、かかる円（ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ ）の数は例示的である。溝143bは上述したように、サポートリング150及び被処理体Wの重なる部分、及び、その近傍をランプ130bが照射可能なように形成される。例えば、被処理体Wの端部が円 $C_2$ より大きい場合は、円 $C_2$ の外側に第2の距離だけ大きい半径を有する図示しない円上に溝143bが更に形成される。同様に、サポートリング150が円 $C_3$ より小さい場合は、円 $C_3$ の内側に第2の距離だけ小さい半径を有する図示しない円上に溝143bが更に形成される。

## 【0058】

上述した構成において、ランプ保持部142は被処理体Wの中心近傍に対応する位置にランプ130aを、被処理体Wとサポートリングの重なる部分及び当該部分の近傍にランプ130bを配置可能とする。図21及び図22を参照するに、かかる状態においてランプ130を照射すると、被処理体Wの中心部ではランプ130aにより大きな照射面積を得ることができる。一方、被処理体Wの端部近傍ではランプ130bによりランプ130aの照射面積よりも小さな照射面積を得ることができる。ここで、図21は、図1に示す加熱部140のランプ130aより被処理体Wに照射されるランプ光を示した図である。図22は、図1に示す加熱部140のランプ130bより被処理体Wに照射されるランプ光を示し



た図である。なお、図 2 1 及び図 2 2 はランプ光を例示的に示したものであって、本実施例のランプ 1 3 0 の数とは一致していない。

#### 【 0 0 5 9 】

本実施例では口径の小さなランプ 1 3 0 b をランプ 1 3 0 a の周囲に配置することで、被処理体 W の端部及びサポートリング 1 5 0 が重なり合う部分、及び当該部分の近傍である狭い領域を、効率よく照射することが可能となる。また、上述したように、ランプ 1 3 0 b に投入されている電力はランプ 1 3 0 a に投入されている電力より大きい。一のランプより照射される単位面積あたりのエネルギーはランプ 1 3 0 b の方が大きい。従来の熱処理装置のランプ配置では一の種類のランプしか使用されておらず、被処理体 W の中心部と端部でランプの照射面積を制御することは不可能であった。被処理体 W とサポートリング 1 5 0 が重なり合う部分 1 5 0、及び、当該部分の近傍はサポートリング 1 5 0 と被処理体 W の比熱が異なる。より詳細には、サポートリング 1 5 0 の比熱は被処理体 W の比熱より小さい。よって、かかる部分は中心部と比べて温度が上昇し難いといった問題を有していた。しかし、本実施例では、温度上昇のしにくい被処理体 W の端部である狭い領域を小口径のランプ 1 3 0 b で照射することでランプ光が漏れることなく効率よく加熱することができる。更に、ランプ 1 3 0 b のパワー密度をあげることで中心部との加熱むらを防止することができ、高品質な処理を行うことができる。また、比較的溫度上昇のし易い中心付近に大口径のランプ 1 3 0 a を使用することは、一のランプ 1 3 0 a で広い照射面積を得ることができる。よって、中心付近のランプ 1 3 0 の数を従来より減らすことができ、消費電力の低減を可能とする。本実施例では異なる口径のランプ 1 3 0 を使用し、かつ投入電力を変化させることでかかる問題を解決している。

#### 【 0 0 6 0 】

また、図 2 3 を参照するに、半径方向に最外部にあるランプ 1 3 0 b をランプ光が隣接するランプ 1 3 0 b と被処理体 W 上で重なるように、ランプ 1 3 0 b を傾斜させることも考えられる。ここで、図 2 3 は、図 6 に示すランプ 1 3 0 の配置の変形例を示した概略断面図である。かかる構成は、被処理体 W の端部のランプの照射密度を高めるといった効果を有し、中心部との加熱むらを防止する上で

更に効果的である。

#### 【0061】

なお、溝143の配置は同心円状に配置されることに限定されず、上述したような条件を満たしているのであればその他の配置状態でもよく、例えば、直線状や、渦巻状に配置されてもよい。また、本実施例ではランプ130のリフレクタ139の開口形状が円であるため、ランプ光の照射形状は円である。しかし、被処理体Wの中心部に照射面積の広いランプ、端部に照射面積が小さいランプを配置するといった概念から考えると、ランプ130は照射形状において限定を有するものではない。例えば、照射面積が三角形になるようにランプ130及び／又はリフレクタ139の形状を変化させても良い。なお、ランプ光の形状は三角形に限定されず、正方形、六角形のその他の多角形であってもよい。また、これと同様な作用を奏するいかなる照射方法をも適用することができる。

#### 【0062】

以下、溝143の形状について説明する。溝143はランプ130と同一な形状を有し、ランプ130の電極部132を収納する部分143cと、中間部134を収納する部分143dと、発光部136を収納する部分143eからなる。部分143cは電極部132と、図1には図示されて図6及び図7には図示されないランプドライバ310とを接続すると共に、両者の間を封止する封止部143cとして機能する。溝143はランプ130が内接する部分にランプ130に対応するねじ山（めねじ）147が形成されている。本実施例において、ねじ山147はランプ130と適合するような三角ねじであって、略三角のねじ山が形成される。なお、ねじ山の形状はかかる形状に限定されるものではなく、ランプ130のねじ山131が四角ねじ又は台形ねじ等であるなら、溝143のねじ山147もそれに対応して形成される。なお、溝143はランプ130が熱膨張したときに、ランプ130と最適に一致するようにねじ山147が形成される。即ち、ランプ130が通常の状態（熱膨張していない状態）であるとき、溝143に形成されたねじ山147の外径、内径、及びねじ山のピッチは、ランプ130のねじ山の外径、内径、及びねじ山のピッチより若干大きい寸法を有する。但し、かかる寸法の差はランプ130の挿入及び溝134との係合を妨げない程度の

ものであると理解されたい。

【0063】

上述した構成において、溝143とランプ130はナットとボルトの関係であって、ランプ保持部142はランプ130を回転しながら溝143に挿入することでねじ山が互いに係合し、ランプ130を保持する。図18に示すように、ランプ130が通常の形態（熱膨張していない）であるとき、ランプ130と溝143の対応するねじ山は重力方向の面において接触している。即ち、ランプ130と溝143はねじ山において接触面積を確保している。かかる接触面積はランプ130を保持するために必要であると同時に、以下の欠点を解決するものである。従来のランプ保持部の溝はランプと同様な円筒形を有しており、ランプの熱膨張を考慮してランプが膨張により最大となる時に溝とランプが一致するように形成されていた。即ち、従来ではランプが完全に膨張しきっていないときには、溝との接触面積が少なくランプを冷却するためにランプ保持部に配置されている冷却管の冷却効率を低下するという欠点を有したが、本実施例ではそれを解決している。また、溝143のねじ山147はランプ130のねじ山より若干大きく形成されているため、溝143とランプ130には多少の空間を形成する。ランプ130が加熱され熱膨張しているとき、溝143とランプ130は一致するように形成されており、かかる空間によりランプ130の膨張を可能とする。

【0064】

更に、かかる形状のランプ130及び溝143の形状は次の示すような長所を有する。上述した構成のように、一部のランプの出力を上げることは、かかるランプの劣化を早めることとなる。また、リフレクタも大きなパワーで加熱することにより劣化する。従って、高出力ランプは低出力ランプよりも短命になる。同様に、高出力ランプ用リフレクタは低出力ランプ用リフレクタよりも短命になる。この結果、従来のランプ保持部（ランプ保持部）は寿命切れとなったランプ保持部周辺のランプとリフレクタを交換するために、未だ使用可能なランプ保持部中央のランプとリフレクタをも含めたランプ保持部を一体的に交換しなければならなくなり、不経済であった。しかし、本実施例のランプ保持部142の溝143とランプ130は、上述したようにナットとボルトの関係であって、一のラン

プ 1 3 0 の取り外しは容易である。従って、劣化したランプ 1 3 0 だけを取り替えることで、未だ使用可能なランプ 1 3 0 を継続して使用することが可能である。従って、従来ではランプ保持部を全体的に取り替えることでランプを全部取り替える必要があり不経済であったが、本実施例ではかかる課題を解決している。また、ランプ保持部全体を取り替えることは作業が煩雑であるが、本実施例では劣化したランプだけを交換するだけであるのでメンテナンスの効率を向上させるという更なる長所を有する。

## 【 0 0 6 5 】

以下、図 1 9 及び図 2 0 を参照し、ランプ保持部 1 4 2 の溝 1 4 3 の変形例である溝 1 4 3 A について説明する。ここで、図 1 9 は、図 5 に示す加熱部 1 4 0 のランプ保持部 1 4 2 の構造を示す概略断面図である。図 2 0 は、図 5 に示す加熱部のランプ保持部 1 4 2 の構造を示す概略底面図である。なお、図 2 0 では、ランプ 1 3 0 は取り外されている。また、溝 1 4 3 A に適用可能なランプ 1 3 0 にはねじ山 1 3 1 は必要とされず、ねじ山 1 3 1 が形成されていないランプ 1 3 0 B を使用する。

## 【 0 0 6 6 】

溝 1 4 3 A はランプ 1 3 0 B より多少大きめの形状を有しランプ 1 3 0 B を収納する。また、溝 1 4 3 A は当該溝 1 3 4 A に内接する複数の薄板 1 4 4 を有し、かかる薄板 1 4 4 は板ばねの機能を有し、かつ、ランプ 1 3 0 B を保持する。

## 【 0 0 6 7 】

薄板 1 4 4 は、本実施例においては矩形に形成され、アルミニウム又はステンレススチールより成形される。薄板 1 4 4 は部材の長手方向の両端が略 L 字形状になるような曲げ加工が施されている。更に、薄板 1 4 4 は曲率を有し、かかる曲率はランプ 1 3 0 B の側面の曲率と同一に形成される。図 1 7 及び図 1 8 によく示されるように、薄板 1 4 4 は溝 1 4 3 A に内接され、例えば溶接等の手段によって略 L 字形状の先端が溝 1 4 3 A に接合される。薄板 1 4 4 は、かかる状態において溝 1 4 3 A と薄板 1 4 4 の間に空間 1 4 5 を形成する。空間 1 4 5 は、上述した薄板 1 4 4 の曲げ加工により発生するスペースであり、薄板 1 4 4 の曲げ開始位置によって所望の大きさに設定することが可能である。空間 1 4 5 は、

後述するようにランプ 1 3 0 B の熱膨張に対し薄板 1 4 4 が伸縮可能なスペースであるように設定される。薄板 1 4 4 は隣り合う薄板 1 4 4 と所定のギャップ 1 4 6 を保ちながら、溝 1 4 3 A の円周に沿って 8 枚配置される。かかる構成において、薄板 1 4 4 は溝 1 4 3 A 内で略八角形を形成する。なお、ギャップ 1 4 6 は薄板 1 4 4 が半径方向に伸縮する際、隣接する薄板 1 4 4 同士が接触しない程度に設定される。更に、薄板 1 4 4 は溝 1 4 3 A の側面に沿って 3 枚、同様に配置される。即ち、本実施例において、溝 1 4 3 A は計 2 4 枚（8×3 枚）の薄板 1 4 4 を有する。また、溝 1 4 3 A は薄板 1 4 4 を有する状態で、ランプ 1 3 0 B と同一、又はしまりばめとなるように構成される。

## 【 0 0 6 8 】

かかる構成において、溝 1 4 3 A は薄板 1 4 4 を介し、ランプ 1 3 0 B を保持する。より詳細には、薄板 1 4 4 が画定する空間にランプ 1 3 0 B を強く押し込むことで、ランプ 1 3 0 B は溝 1 4 3 A に挿入される。このとき、溝 1 4 3 A はランプ 1 3 0 B の挿入に伴い弾性変形し、薄板 1 4 4 より構成される壁面に内接する。従って、ランプ 1 3 0 B は薄板 1 4 4 の復元力及び摩擦力によって保持され、薄板 1 4 4 と全面において接触している状態となる。また、ランプ 1 3 0 B が熱膨張した場合であっても、溝 1 4 3 A は薄板 1 4 4 がランプ 1 3 0 B に追従し伸縮することでランプ 1 3 0 B を保持する。即ち、従来ではランプが完全に膨張しきっていないときには、溝との接触面積が少なく後述する冷却管の冷却効率が低下するという欠点を有したが、本実施例ではそれを解決している。また、かかる構成でもランプ 1 3 0 の部分的な交換は可能であり、劣化したランプ 1 3 0 だけを取り替えることで、未だ使用可能なランプ 1 3 0 を継続して使用することが可能である。また、ランプ保持部全体を取り替えることは作業が煩雑であるが、本実施例では劣化したランプだけを交換するだけであるのでメンテナンスの効率を向上させるという更なる長所を有する。

## 【 0 0 6 9 】

なお、本実施例において明細書中に記載した薄板 1 4 4 の枚数及び形状は例示的であり、上述した記載に限定されない。例えば、薄板 1 4 4 が形成する画定する空間は多角形であっても良い。しかし、ランプ 1 3 0 との接触面積を増やすた

めにも多角形は略円と見なせることが好ましい。

#### 【 0 0 7 0 】

以上、ランプ 1 3 0 を保持する溝 1 4 3 の好ましい形態について説明したが本発明はこれに限定されず、上述の作用及び効果を達成可能であればその他の形態を排除するものではない。また、溝 1 4 3 の形態はランプ 1 3 0 に限定されず、当該周知のいかなるランプにも適用可能である。

#### 【 0 0 7 1 】

隔壁 1 4 8 は図 6 及び図 7 に示すように、同心円上に整列する複数の隣接する溝 1 4 3 の間に配置されている。本実施例において、隔壁 1 4 8 は溝 1 4 3 a の部分 1 4 3 c 間では約 5 0 m m、部分 1 4 3 e 間では約 1 0 m m である。また、溝 1 4 3 b の部分 1 4 3 c 間では約 1 5 m m、部分 1 4 3 e の間では約 5 m m である。隔壁 1 4 8 には、隔壁 1 4 8 に沿って一对の冷却管（水冷管） 1 4 8 a 及び 1 4 8 b が内接されている（なお、冷却管 1 4 8 は冷却管 1 4 8 a 及び冷却管 1 4 8 b を総括するものとする）。より詳細には、冷却管 1 4 8 a はランプ 1 3 0 の電極部 1 3 2 に対応する場所に位置し、冷却管 1 4 8 b はランプ 1 3 0 の発光部 1 3 6 に対応する場所に位置する。

#### 【 0 0 7 2 】

冷却管 1 4 8 は図示しない温度制御機構に接続される。温度制御機構は、例えば、制御部 3 0 0 と、温度センサ又は温度計と、ヒータとを有し、水道などの水源から冷却水を供給される。冷却水の代わりに他の種類の冷媒（アルコール、ガルゲン、フロン等）を使用してもよい。温度センサは、例えば、PTCサーミスタ、赤外線センサ、熱電対など周知のセンサを使用することができ、温度センサ又は温度計はランプ 1 3 0 の電極部 1 3 2 及び発光部 1 3 6 の壁面温度を測定する。ヒータは、例えば、冷却管 1 1 6 の周りに巻かれたヒータ線などとしてから構成される。ヒータ線に流れる電流の大きさを制御することによって冷却管 1 4 8 を流れる水温を調節することができる。

#### 【 0 0 7 3 】

冷却管 1 4 8 a は、電極 1 3 3 がモリブデンから構成される場合は、モリブデンの酸化による電極部 1 3 3 及び封止部 1 4 3 c の破壊を防止するために封止部

1 4 3 c の温度を 3 5 0 ℃ 以下に維持する。また、冷却管 1 4 8 b は、中間部 1 3 4 及び発光部 1 3 6 がハロゲンサイクルを維持するように発光部 1 3 4 の温度を 2 5 0 乃至 9 0 0 ℃ に維持する。ここで、ハロゲンサイクルとは、フィラメント 1 3 7 を構成するタングステンが蒸発しハロゲンガスと反応し、タングステン-ハロゲン化合物が生成され、ランプ 1 3 0 内を浮遊する。ランプ 1 3 0 が 2 5 0 乃至 9 0 0 ℃ に維持された場合、タングステン-ハロゲン化合物はその状態を維持する。また、対流によって、タングステン-ハロゲン化合物がフィラメント 1 3 7 付近に運ばれると、高温のためにタングステンとハロゲンガスに分解される。その後、タングステンはフィラメント 1 3 7 に沈殿し、ハロゲンガスは再び同じ反応を繰り返すことである。なお、ランプ 1 3 0 は、一般に、9 0 0 ℃ を超えると失透（発光部 1 3 4 が白くなる現象）が発生し、2 5 0 ℃ を下回ると黒化（タングステン-ハロゲン化合物がランプ 1 3 0 の内壁に付着し黒くなる現象）が発生する。

## 【 0 0 7 4 】

本実施例では、冷却管 1 4 9 a をハロゲンサイクルの範囲温度及びモリブデンの酸化防止の共通温度、好ましくは 2 5 0 乃至 3 5 0 ℃、冷却管 1 4 9 b をハロゲンサイクルの範囲温度、好ましくは 8 0 0 乃至 9 0 0 ℃ に維持する。ここで、発光部 1 3 6 の冷却温度は 2 5 0 乃至 9 0 0 ℃ の範囲で可能であるが、冷却効率を考えた上で冷却温度をハロゲンサイクルの上限に設定したほうが少ない電力で冷却可能となるからである。冷却管 1 4 9 a はハロゲンサイクル並びにモリブデンの酸化防止のための共通温度であり、また冷却管 1 4 9 b により発光部 1 3 6 はハロゲンサイクル温度内に維持される。また、冷却管 1 4 9 a 及び 1 4 9 b によりランプ 1 3 0 にはランプ 1 3 0 の中間部 1 3 4 の長さのため温度勾配が生じ、かかる温度勾配（2 5 0 乃至 9 5 0 ℃）はランプ 1 3 0 全体をハロゲンサイクル温度内に維持する。即ち、発光部 1 3 6 と封止部 1 4 3 c が近いと発光部 1 3 6 の温度（8 0 0 乃至 9 5 0 ℃）が封止部 1 4 3 c の温度（2 5 0 乃至 3 5 0 ℃）に影響する恐れがあるが、本実施例ではランプ 1 3 0 に中間部 1 3 4 を設けることでそれを防止している。

## 【 0 0 7 5 】

本実施例では、ランプ 1 3 0 は失透及び黒化の発生を抑えることができる。また、電極 1 3 3 のモリブデンの酸化により電極部 1 3 2 及び封止部 1 4 3 c が破損することを防止する。更に、ランプ 1 3 0 はハロゲンサイクルの範囲内にあるように冷却される。従来のランプ 1 3 0 の冷却機構は単に封止部 1 4 3 c を冷却するだけであって、上述のようにハロゲンサイクルを考慮したランプ 1 3 0 の冷却は行われていなかった。従って、かかる冷却管 1 4 8 はランプ 1 3 0 の寿命を長くするといった長所を有し、経済的に優れている。なお、溝 1 4 3 とランプ 1 3 0 との接触面積は上述したように従来より大きく、冷却効率を十分に得ることが可能である。

## 【 0 0 7 6 】

なお、例示的に、ランプ 1 3 0 の発光部 1 3 6 に相当する部分の隔壁 1 4 8 を設けずに、かかる部分を空間とし発光部 1 3 6 を空冷にするとした冷却方法も考えられる。なお、封止部 1 4 3 c は上述する冷却管 1 4 9 a により冷却するものとする。発光部 1 3 6 は 8 0 0 乃至 9 0 0 ℃ と冷却温度が比較的高いため、かかる部分は空冷であっても冷却可能であり、上述した構成と同様な作用及び効果を得ることができる。当該周知の空冷機構、例えばブローによって強制的に発光部 1 3 6 を冷却するような方法を使用しても良い。更に、例示的に、隔壁 1 4 8 に封止部 1 4 3 c 及び発光部 1 3 6 を冷却可能な共通の冷却管を設けた冷却方法も考えられる。かかる構成においては、冷却管はモリブデンの酸化防止、並びにハロゲンサイクル範囲に共通である温度、例えば 2 5 0 乃至 3 5 0 ℃ になるように冷却される。このような構成であっても、上述した冷却管 1 4 9 と同様な効果を得ることができる。

## 【 0 0 7 7 】

次に、放射温度計 2 0 0 を説明する。放射温度計 2 0 0 は被処理体 W に関してランプ 1 3 0 と反対側に設けられている。本発明は放射温度計 2 0 0 がランプ 1 3 0 と同一の側に設けられる構造を排除するものではないが、ランプ 1 3 0 の光が放射温度計 2 0 0 に入射することを防止することが好ましい。

## 【 0 0 7 8 】

放射温度計 2 0 0 は処理室 1 1 0 の底部 1 1 4 に取り付けられている。底部 1



14の処理室110内部を向く面は金メッキなどが施されて反射板（高反射率面）として機能する。これは、かかる面を黒色などの低反射率面とすると被処理体Wの熱を吸収してランプ130の照射出力を不経済にも上げなければならなくなるためである。底部114は円筒形状の貫通孔を有する。放射温度計200は当該周知のいかなる技術も適用可能であり、本明細書での詳細な説明は省略する。放射温度計200は制御部300に接続され、かかる制御部300は被処理体Wの温度Tを算出する。なお、この演算は放射温度計200内の図示しない演算部が行ってもよい。いずれにしても制御部300は被処理体Wの温度Tを得ることができる。

## 【0079】

制御部300は内部にCPU及びメモリを備え、被処理体Wの温度Tを認識してランプドライバ310を制御することによってランプ130の出力をフィードバック制御する。本実施例において、制御部300はランプ130の電力が一度投入されたら、ランプドライバ310を制御しランプ130の温度をハロゲンサイクル範囲内に維持し続ける。即ち、熱処理装置100を含む図示しないクラスターツールのメイン電源がオンとなり、その後、熱処理に伴いランプドライバ310が駆動された時点から熱処理装置100を含むクラスターツールのメイン電源がオフとなるまでランプドライバ310には電力が投入され続ける。このとき、同時にランプドライバ310を介しランプ130にも電力が投入され続ける。なお、上述したように、ランプ130はハロゲンサイクルの範囲内で制御される。従って、ランプ130は加熱時には約900℃まで上昇し、冷却時であっても250℃を維持される。かかる温度範囲内で、被処理体Wの熱処理を行う。なお、かかるランプ130の温度制御は冷却管149bに接続された温度制御機構の温度センサ又は温度計を使用し、かかる温度によって投入電力を変化させるフィードバック制御でもよい。また、ランプ130の温度と投入電力の関数を予め実験より算出し、かかる関数を使用しランプ130の温度を予想して電力を投入しても良い。

## 【0080】

従来の熱処理装置100は、熱処理動作以外ではランプドライバ310及びラ

ランプ 1 3 0 には電源は投入されておらず、加熱時に再びランプドライバ 3 1 0 を駆動しランプ 1 3 0 に所望の電力を供給するように制御されていた。しかし、ランプ 1 3 0 のフィラメント 1 3 7 は室温において抵抗が非常に小さく、電圧印加の瞬間は回路短絡に近い状態となる。かかる状態においては、外部回路抵抗がある場合であっても定格電流値の 7 乃至 1 0 倍、外部回路抵抗がない場合においては 1 3 乃至 1 7 倍の電流が流れるラッシュ電流現象が発生する。被処理体 W の温度の昇降に応じてランプ 1 3 0 の点消灯を急激に行う熱処理装置において、その都度ラッシュ電流現象を派生させることは、ランプ及びランプドライバ 3 1 0 の劣化の原因となっていた。

## 【 0 0 8 1 】

本実施例では、ランプ 1 3 0 に電源が投入されるのは熱処理装置 1 0 0 を含むクラスターツールの起動に伴う必要最低限のものであり、被処理体 W の温度の昇降に対応して電源をオン／オフするものではない。即ち、本実施例は上述した課題を解決しており、ランプ 1 3 0 及びランプドライバ 3 1 0 の長寿命化を達成可能とする。また、ランプ 1 3 0 はハロゲンサイクルの範囲内で制御されている為、かかる理由からもランプ 1 3 0 の長寿命化に効果的である。

## 【 0 0 8 2 】

なお、ランプ 1 3 0 の冷却用に冷却管 1 4 9 が配置されているが、ランプドライバ 3 1 0 と合せて制御することで、ランプ 1 3 0 をハロゲンサイクルの範囲で維持することを更に容易にする。また、本実施例は、冷却管 1 4 9 を使用しランプ 1 3 0 の温度を制御する方法、又は、ランプドライバ 3 1 0 でランプ 1 3 0 の温度を制御する方法のどちらか一方のみを使用する冷却方法を排除するものではない。

## 【 0 0 8 3 】

また、制御部 3 0 0 は、後述するように、モータドライバ 3 2 0 に所定のタイミングで駆動信号を送って被処理体 W の回転速度を制御する。更に、制御部 3 0 0 は、温度制御機構と共同しランプ 1 3 0 の温度を認識してヒータを制御することによってランプ 1 3 0 の温度をフィードバック制御する。

## 【 0 0 8 4 】

ガス導入部 1 8 0 は、例えば、図示しないガス源、流量調節バルブ、マスフローコントローラ、ガス供給ノズル及びこれらを接続するガス供給路を含み、熱処理に使用されるガスを処理室 1 1 0 に導入する。なお、本実施例ではガス導入部 1 8 0 は処理室 1 1 0 の側壁 1 1 2 に設けられて処理室 1 1 0 の側部から導入されているが、その位置は限定されず、例えば、シャワーヘッドとして構成されて処理室 1 1 0 の上部から処理ガスを導入してもよい。

## 【 0 0 8 5 】

アニールであればガス源は  $N_2$ 、 $Ar$  など、酸化処理であれば  $O_2$ 、 $H_2$ 、 $H_2O$ 、 $NO_2$ 、窒化処理であれば  $N_2$ 、 $NH_3$  など、成膜処理であれば  $NH_3$ 、 $SiH_2Cl_2$  や  $SiH_4$  などを使用するが、処理ガスはこれらに限定されないことはいうまでもない。マスフローコントローラはガスの流量を制御し、例えば、ブリッジ回路、増幅回路、コンパレータ制御回路、流量調節バルブ等を有し、ガスの流れに伴う上流から下流への熱移動を検出することによって流量測定して流量調節バルブを制御する。ガス供給路は、例えば、シームレスパイプを使用したり、接続部に食い込み継ぎ手やメタルガasket 継ぎ手を使用したりして供給ガスへの配管からの不純物の混入が防止している。また、配管内部の汚れや腐食に起因するダストパーティクルを防止するために配管は耐食性材料から構成されるか、配管内部が PTFE（テフロン）、PFA、ポリイミド、PBI その他の絶縁材料により絶縁加工されたり、電解研磨処理がなされたり、更には、ダストパーティクル捕捉フィルタを備えたりしている。

## 【 0 0 8 6 】

排気部 1 9 0 は、本実施例ではガス導入部 1 8 0 と略水平に設けられているが、その位置及び数は限定されない。排気部 1 9 0 には所望の排気ポンプ（ターボ分子ポンプ、スパッターイオンポンプ、ゲッターポンプ、ソーブションポンプ、クライオポンプなど）が圧力調整バルブと共に接続される。なお、本実施例では処理室 1 1 0 は減圧環境に維持されるが、本発明は減圧環境を必ずしも必須の構成要素とするものではなく、例えば、1 3 3 Pa 乃至大気圧の範囲で適用可能である。

## 【 0 0 8 7 】

以下、被処理体Wの回転機構について図1を参照して説明する。集積回路の各素子の電気的特性や製品の歩留まり等を高く維持するためには被処理体Wの表面全体に亘ってより均一に熱処理が行われることが要求される。被処理体W上の温度分布が不均一であれば、例えば、成膜処理における膜厚が不均一になったり、熱応力によりシリコン結晶中に滑りを発生したりするなど、RTP装置100は高品質の熱処理を提供することができない。被処理体W上の不均一な温度分布はランプ130の不均一な照度分布に起因する場合もあるし、ガス導入部180付近において導入される処理ガスが被処理体Wの表面から熱を奪うことに起因する場合もある。回転機構はウェハを回転させて被処理体Wがランプ130により均一に加熱されることを可能にする。

## 【0088】

被処理体Wの回転機構は、サポートリング150と、リング状の永久磁石170と、リング状のSUSなどの磁性体172と、モータドライバ320と、モータ330とを有する。

## 【0089】

サポートリング150は、耐熱性に優れたセラミックス、例えば、SiCなどから構成された円形リング形状を有する。サポートリング150は被処理体Wの載置台として機能し、中空円部において断面L字状に周方向に沿ってリング状の切り欠きを有する。かかる切り欠き半径は被処理体Wの半径よりも小さく設計されているのでサポートリング150は切り欠きにおいて被処理体W（の裏面周縁部）を保持することができる。必要があれば、サポートリング150は被処理体Wを固定する静電チャックやクランプ機構などを有してもよい。サポートリング150は、被処理体Wの端部からの放熱による均熱の悪化を防止する。

## 【0090】

サポートリング150は、その端部において支持部152に接続されている。必要があれば、サポートリング150と支持部152との間には石英ガラスなどの断熱部材が挿入されて、後述する磁性体172などを熱的に保護する。本実施例の支持部152は中空円筒形状の不透明な石英リング部材として構成されている。ベアリング160は支持部152及び処理室110の内壁112に固定され

ており、処理室 1 1 0 内の減圧環境を維持したまま支持部 1 5 2 の回転を可能にする。支持部 1 5 2 の先端には磁性体 1 7 2 が設けられている。

#### 【 0 0 9 1 】

同心円的に配置されたリング状の永久磁石 1 7 0 と磁性体 1 7 2 は磁気結合されており、永久磁石 1 7 0 はモータ 3 3 0 により回転駆動される。モータ 3 3 0 はモータドライバ 3 2 0 により駆動され、モータドライバ 3 2 0 は制御部 3 0 0 によって制御される。

#### 【 0 0 9 2 】

この結果、永久磁石 1 7 0 が回転すると磁気結合された磁性体 1 7 2 が支持部 1 5 2 と共に回転し、サポートリング 1 5 0 と被処理体 W が回転する。回転速度は、本実施例では例示的に 9 0 R P M であるが、実際には、被処理体 W に均一な温度分布をもたらすように、かつ、処理室 1 1 0 内でのガスの乱流や被処理体 W 周辺の風切り効果をもたらさないように、被処理体 W の材質や大きさ、処理ガスの種類や温度などに応じて決定されることになるであろう。磁石 1 7 0 と磁性体 1 7 2 は磁気結合されていれば逆でもよいし両方とも磁石でもよい。

#### 【 0 0 9 3 】

次に、R T P 装置 1 0 0 の動作について説明する。動作に伴い熱処理装置 1 0 0 を含むクラスターツールの電源がオンされる。クラスターツールなどの搬送アームが被処理体 W を図示しないゲートバルブを介して処理室 1 1 0 に搬入する。被処理体 W を支持した搬送アームがサポートリング 1 5 0 の上部に到着すると、図示しないリフタピン昇降系がサポートリング 1 5 0 から（例えば、3 本の）図示しないリフタピンを突出させて被処理体 W を支持する。この結果、被処理体 W の支持は、搬送アームからリフタピンに移行するので、搬送アームはゲートバルブより帰還させる。その後、ゲートバルブは閉口される。搬送アームはその後図示しないホームポジションに移動してもよい。

#### 【 0 0 9 4 】

一方、リフタピン昇降系は、その後、図示しないリフタピンをサポートリング 1 5 0 の中に戻し、これによって被処理体 W をサポートリング 1 5 0 の所定の位置に配置する。リフタピン昇降系は図示しないベローズを使用することができ、

これにより昇降動作中に処理室 1 1 0 の減圧環境を維持すると共に処理室 1 0 2 内の雰囲気気は外部に流出するのを防止する。

## 【 0 0 9 5 】

その後、熱処理装置 1 0 0 は加熱処理を行う。図 2 4 を参照するに、制御部 3 0 0 は、第 1 に、ランプドライバ 3 1 0 を駆動し、ランプ 1 3 0 に電力を供給する（ステップ 1 0 0 0 乃至 1 0 0 5）。ここで、図 2 4 は、本発明のランプ 1 3 0 の駆動を示した制御フローチャートである。これに応答して、制御部 3 0 0 は、更にランプドライバ 3 1 0 を介しランプ 1 3 0 の電力供給量を上げる（ステップ 1 0 1 0）。次に、制御部 3 0 0 は、ランプ 1 3 0 の温度（例えば、発光部 1 3 6 の温度）がハロゲンサイクルの上限値である 9 0 0℃になったら、制御部 3 0 0 はランプドライバ 3 1 0 を介しランプ 1 3 0 の電力の供給量をかかると値で維持する（ステップ 1 0 1 5 及び 1 0 2 5）。そして、制御部 3 0 0 は被処理体 W を、所定の温度（例えば、約 8 0 0℃）になるまで加熱する（ステップ 1 0 3 0）。なお、ランプ 1 3 0 が 9 0 0℃になる前に、被処理体 W の温度が所定の温度に達した場合（ステップ 1 0 2 0）は、その時点で後述する所定の熱処理を行う（ステップ 1 0 3 2）。

## 【 0 0 9 6 】

ランプ 1 3 0 から放射された熱線はウインドウ 1 2 0 を介して処理空間にある被処理体 W の上面に照射されて被処理体 W を、例えば、8 0 0℃へ高速昇温する。一般に被処理体 W の周辺部はその中心側と比較して放熱量が多くなる傾向があるが、本実施例のランプ 1 3 0 は同心円状に配置したランプ 1 3 0 a 及びランプ 1 3 0 b により高い指向性と温度制御能力を提供する。

## 【 0 0 9 7 】

更に、制御部 3 0 0 は温度制御機構を制御し、ランプ 1 3 0 を冷却する。制御部 3 0 0 は図示しない温度計の情報によりフィードバック制御を行い、封止部 1 4 3 c が 2 5 0 乃至 3 5 0℃、例えば 3 0 0℃になるように冷却管 1 4 9 a の温度を制御する。より詳細には、図 2 5 を参照し、制御部 3 0 0 は封止部 1 4 3 c の温度を測定し、3 5 0℃以下であるか確認する（ステップ 1 5 0 0 乃至 1 5 0 5）。ここで、図 2 5 は、本発明のランプ 1 3 0 の冷却を示した制御フローチャ

ートである。封止部 1 4 3 c の温度が 3 5 0℃以上であるなら冷却管 1 4 9 a を使用し、封止部 1 4 3 c の冷却を開始する（ステップ 1 5 1 0）。制御部 3 0 0 は再び、封止部 1 4 3 c の温度を測定し、封止部 1 4 3 c の温度が 2 5 0℃以下であるか確認する（ステップ 1 5 1 5 乃至 1 5 2 0）。封止部 1 4 3 c の温度が 2 5 0℃以下であるなら冷却を停止し（ステップ 1 5 2 5）、そうでなければ 2 5 0℃になるまで冷却は続けられる。上述した工程を繰り返すことで、封止部 1 4 3 c は 2 5 0 乃至 3 5 0℃の範囲に維持される。

## 【 0 0 9 8 】

更に、発熱部 1 3 6 も同様にフィードバック制御を行い（ステップ 1 5 3 0 乃至 1 5 5 5）、発熱部 1 3 6 が 8 0 0 乃至 9 0 0℃、例えば 8 5 0℃になるように冷却管 1 4 9 b の温度を制御する。かかる制御は、ランプ 1 3 0 の電極部 1 3 2 の電極 1 3 3 を構成するモリブデンの酸化を防止する。また、ランプ 1 3 0 の発光部 1 3 6 をハロゲンサイクル内で制御する。この結果、ランプ 1 3 0 は破損の原因となりうる要素が減少され、ランプ 1 3 0 の長寿命化を達成できる。

## 【 0 0 9 9 】

同時に、制御部 3 0 0 はモータドライバ 3 2 0 を制御し、モータ 3 3 0 を駆動するように命令する。これに応答して、モータドライバ 3 2 0 はモータ 3 3 0 を駆動し、モータ 3 3 0 はリング状磁石 1 7 0 を回転させる。この結果、支持部 1 5 2（又は 1 5 2 A）が回転し、被処理体 W がサポートリング 1 5 0 と共に回転する。被処理体 W が回転するのでその面内の温度は熱処理期間中に均一に維持される。

## 【 0 1 0 0 】

加熱中は、ウインドウ 1 2 0 はプレート 1 2 1 の厚さが比較的薄く、かつ熱伝導率が高いので幾つかの長所を有する。これらの長所は、（１）ランプ 1 3 0 からの光を均一に透過するので、被処理体 W に熱斑が発生しにくい、（２）ランプ 1 3 0 からの光をあまり吸収しないので被処理体 W への照射効率を低下しない、（３）プレート 1 2 1 の表裏面で温度差が小さいので熱応力破壊が発生しにくい、（４）成膜処理の場合でもプレート 1 2 1 の温度上昇が少ないためにその表面に堆積膜や反応副生成物が付着しにくい、（５）透光性セラミックスは曲げ強度

が強くウインドウ 1 2 0 の強度を高めているのでプレート 1 2 0 が薄くても処理室 1 1 0 内の減圧環境と大気圧との差圧を維持することができる、を含む。

#### 【 0 1 0 1 】

被処理体 W の温度は放射温度計 2 0 0 により測定されて、制御部 3 0 0 はその測定結果に基づいてランプドライバ 3 1 0 をフィードバック制御する。被処理体 W は回転しているためにその表面の温度分布は均一であることが期待されるが、必要があれば、放射温度計 2 0 0 は、被処理体 W の温度を複数箇所（例えば、その中央と端部）測定することができ、放射温度計 2 0 0 が被処理体 W 上の温度分布が不均一であると測定すれば、制御部 3 0 0 は被処理体 W 上の特定の領域のランプ 1 3 0 の出力を変更するようにランプドライバ 3 1 0 に命令することもできる。

#### 【 0 1 0 2 】

次いで、図示しないガス導入部から流量制御された処理ガスが処理室 1 1 0 に導入される。所定の熱処理（例えば、10 秒間）が終了すると（ステップ 1 0 3 2）、制御部 3 0 0 はランプドライバ 3 1 0 を介しランプ 1 3 0 の電力供給量を下げる（ステップ 1 0 3 5）。これに応答して、ランプドライバ 3 1 0 はランプ 1 3 0 が 2 5 0℃になったかをチェックする（ステップ 1 0 4 0）。もし、ランプ 1 3 0 の温度が 2 5 0℃になったら、制御部 3 0 0 は電力の供給量をかかえる値で維持する（ステップ 1 0 4 5）。そうでないならば、電力の供給量を更に下げ、ランプ 1 3 0 の温度を 2 5 0℃まで下げる。

#### 【 0 1 0 3 】

熱処理後に被処理体 W は上述したのと逆の手順によりゲートバルブから処理室 1 1 0 の外へクラスターツールの搬送アームにより導出される。次いで、必要があれば、搬送アームは被処理体 W を次段の装置（成膜装置など）に搬送する。更に、制御部 3 0 0 は次の熱処理命令を受けた場合は上述の工程を繰り返し、熱処理を行う。このとき、ランプ 1 3 0 の制御はステップ 1 0 1 0 より繰り返される（ステップ 1 0 5 0）。熱処理命令がなければランプ 1 3 0 への電力供給は停止され、ランプドライバ 3 1 0 の駆動も停止される（ステップ 1 0 5 5 乃至 1 0 6 0）。



## 【 0 1 0 4 】

上述した一連の熱処理方法は、ランプ 1 3 0 及びランプドライバ 3 1 0 に電源が投入されるのは熱処理動作開始の 1 回のみの必要最低限のものであり、被処理体 W の温度の昇降に対応して電源をオン／オフするものではない。即ち、かかる熱処理方法はラッシュ電流減少を少なくとも一回に抑え、ランプ 1 3 0 及びランプドライバ 3 1 0 の長寿命化を達成可能とする。また、ランプ 1 3 0 はハロゲンサイクルの範囲内で制御されている為、かかる理由からもランプ 1 3 0 の長寿命化に効果的である。

## 【 0 1 0 5 】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はその要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

## 【 0 1 0 6 】

## 【発明の効果】

本発明の例示的一態様である加熱装置及び熱処理装置によれば、ランプ保持部の中央部に照射面積の大きな第 1 のランプ、かかる第 1 のランプの周囲に当該第 1 のランプより照射面積の小さな第 2 のランプを有する。被処理体は中心温度よりもサポートリングに接触する周辺温度の温度上昇が低く部分である狭い領域を小さな照射面積を有する第 2 のランプで効率的に照射することができる。また、第 2 のランプの照射エネルギーを上昇させる、又は第 2 の領域の単位面積あたりのランプ数を増やすことで、被処理体の中心部及び外周部をムラなく加熱することが可能である。従って、高品質な熱処理を施すことが可能であり、かかる熱処理を施された被処理体もまた高品質である。

## 【 0 1 0 7 】

更に、熱処理装置は一のランプに関し基部からの着脱可能な構成であっても良い。かかる構成は、例えば、劣化したランプだけを容易に交換することが可能であって、未だ使用可能なランプを取り外すことがない。また、ランプを交換する際に基部全体を交換する必要がなく、劣化したランプのみを交換することができる。よって、従来のようにランプ保持部を一体的に交換する作業と比較しても、熱処理装置のメンテナンスを容易にするものである。

【0108】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の例示的一態様としての熱処理装置の概略断面図である。

【図2】 図1に示すウインドウの変形例であるウインドウの底面図である。

【図3】 図2に示すウインドウのA-A断面の一部拡大断面図である。

【図4】 図1に示すウインドウの変形例であるウインドウの一部拡大断面図である。

【図5】 図1に示す加熱部の概略底面図である。

【図6】 図5に示す加熱部の一部を示す拡大断面図である。

【図7】 図5に示すランプ加熱部よりランプをはずしたときの図6に対応する図である。

【図8】 図6に示すランプの概略断面図である。

【図9】 図6に示すランプの概略断面である。

【図10】 図6に示すランプの概略底面図である。

【図11】 図6に示すランプのフィラメントより放出される輻射光の光路を示した概略側面図である。

【図12】 図6に示すランプのフィラメントより放出される輻射光の光路を示した別の概略側面図である。

【図13】 図6に示すランプの変形例であるランプの概略底面図である。

【図14】 図13に示すランプの有するフィラメントの変形例であるフィラメントを示す概略平面図である。

【図15】 図13に示すランプの有するフィラメントの変形例であるフィラメントを示す概略平面図である。

【図16】 図13に示すランプを示すランプの有するフィラメントの変形例であるフィラメントを示す概略平面図である。

【図17】 図16に示すフィラメントを示す概略側面図である。

【図18】 図6に示すランプ保持部のランプが熱膨張をしていないときの拡大断面図である。

【図 1 9】 図 5 に示す加熱部のランプ保持部のより詳細な構造を示す概略断面図である。

【図 2 0】 図 5 に示す加熱部のランプ保持部のより詳細な構造を示す概略底面図である。

【図 2 1】 図 1 に示す加熱部のランプより被処理体 W に照射されるランプ光を示した図である。

【図 2 2】 図 1 に示す加熱部のランプより被処理体 W に照射されるランプ光を示した図である。

【図 2 3】 図 6 に示すランプの配置の変形例を示した概略断面図である。

【図 2 4】 本発明のランプの駆動を示した制御フローチャートである。

【図 2 5】 本発明のランプの冷却を示した制御フローチャートである。

【図 2 6】 従来のランプ形状を示す概略断面図である。

【符号の説明】

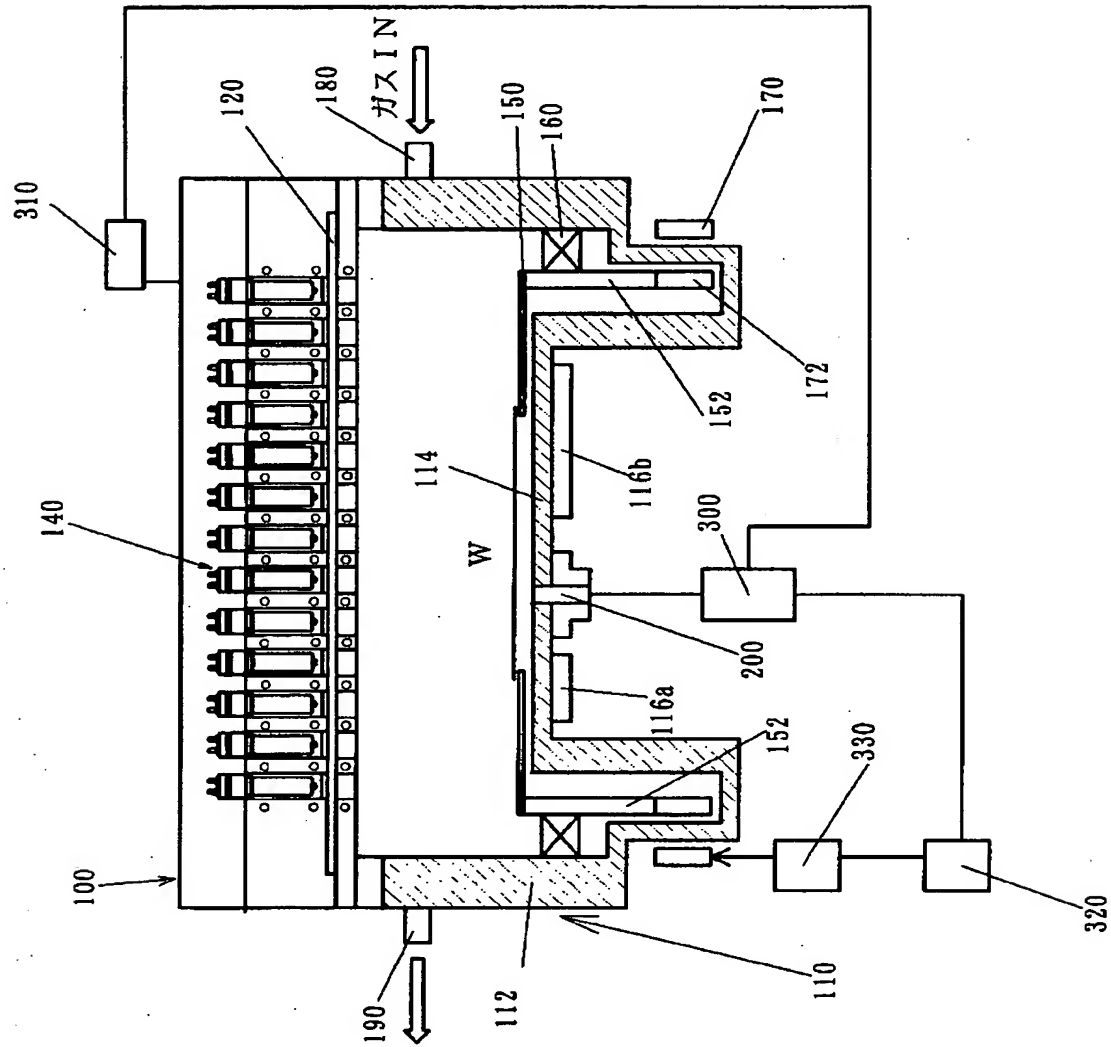
1 0 0	熱処理装置
1 1 0	処理室
1 2 0	ウインドウ
1 2 1	プレート
1 2 4	補強材
1 2 5	冷却管
1 3 0	ランプ
1 3 1	ねじ山
1 3 2	電極部
1 3 4	中間部
1 3 6	発光部
1 4 0	加熱部
1 4 2	ランプ保持部
1 4 3	溝
1 4 7	ねじ山
1 5 0	サポートリング

1 6 0	ベアリング
1 7 0	永久磁石
1 8 0	ガス導入部
1 9 0	排気部
2 0 0	放射温度計
3 0 0	制御部
3 1 0	ランプドライバ

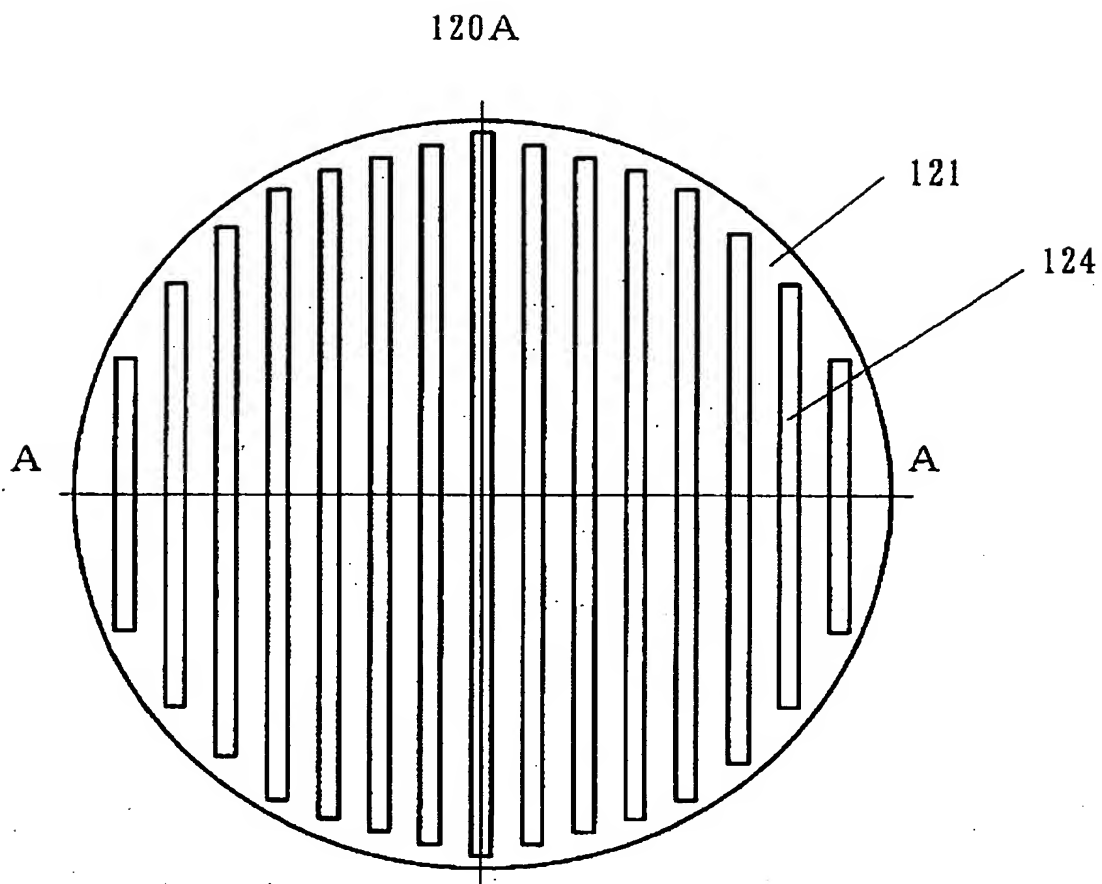
【書類名】

図面

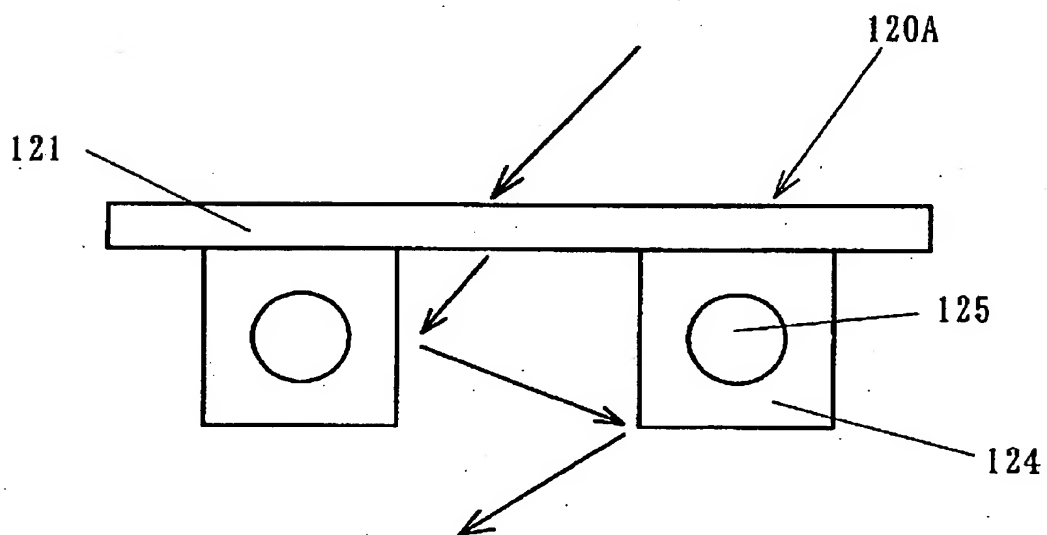
【図 1】



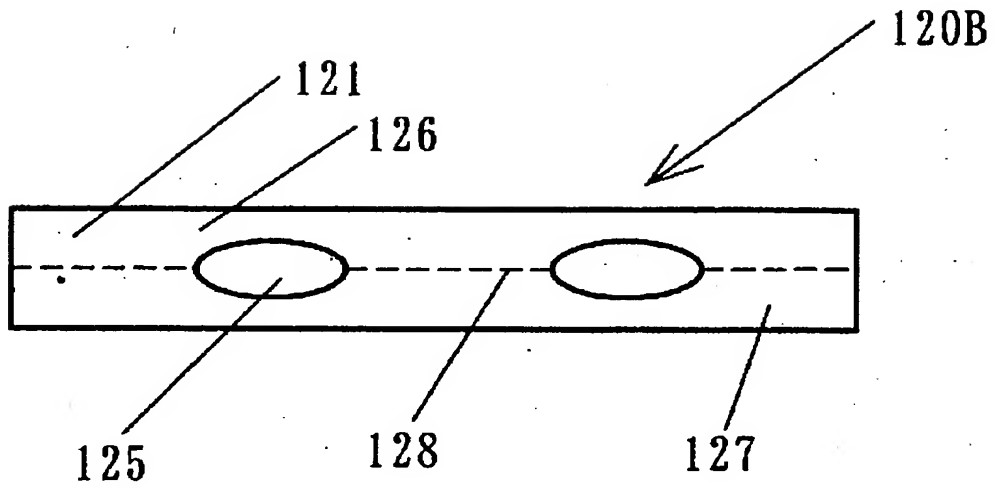
【図 2】



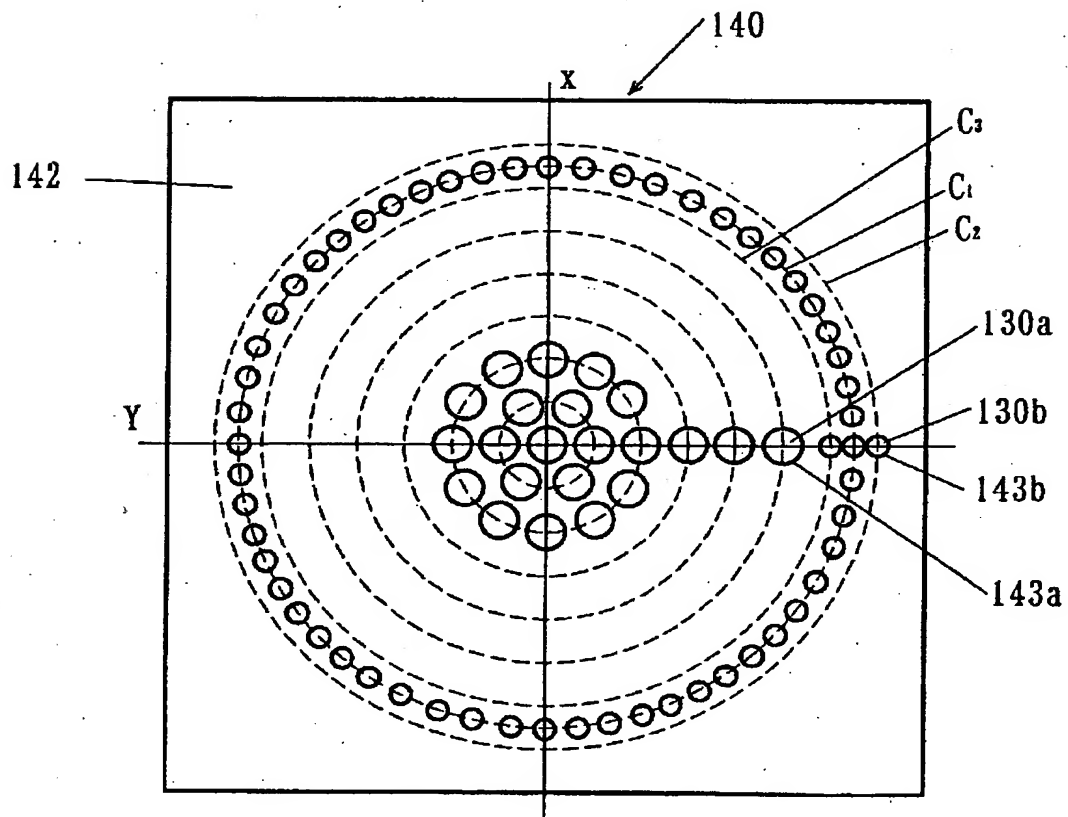
【図 3】



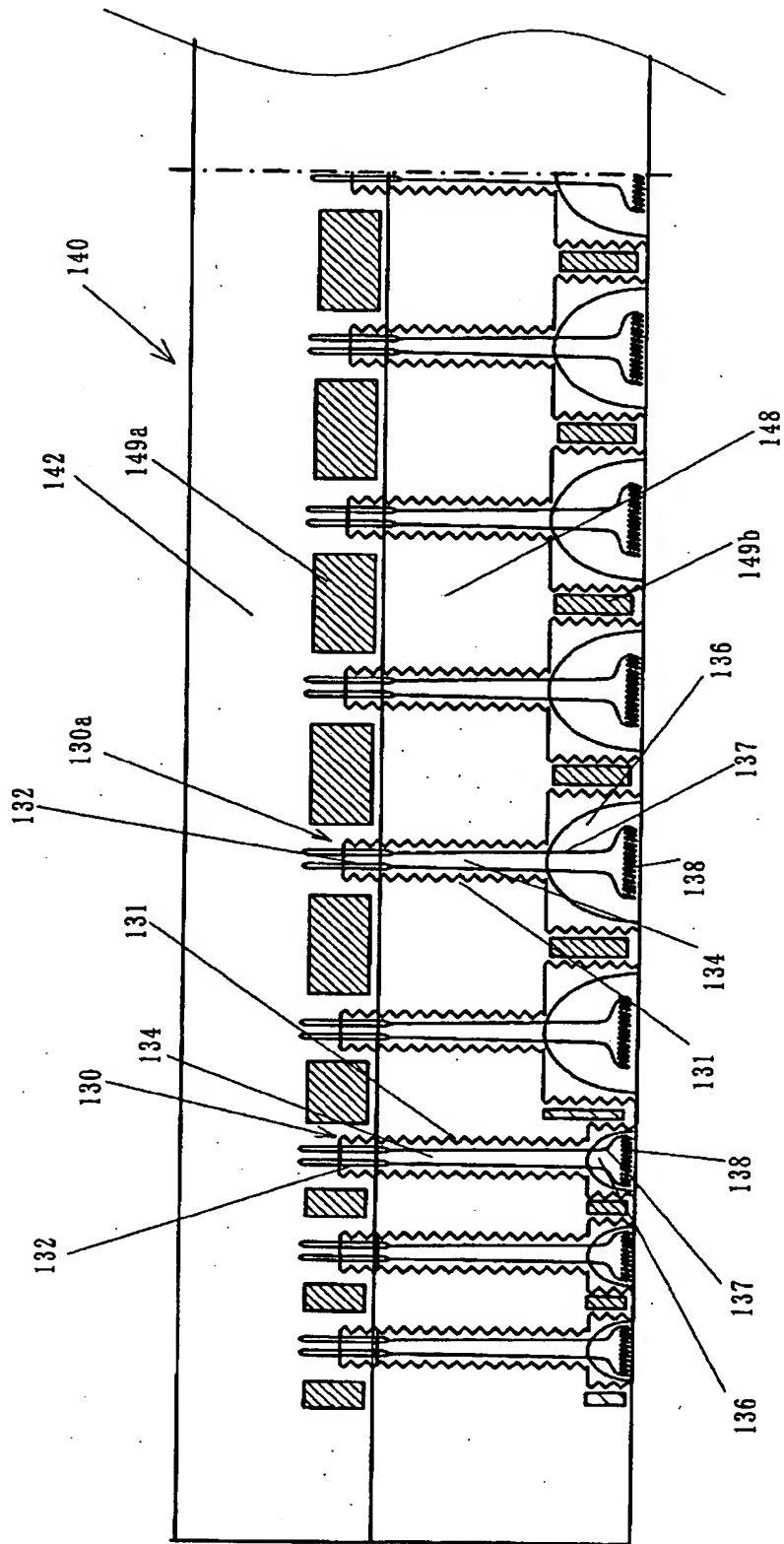
【図4】



【図5】

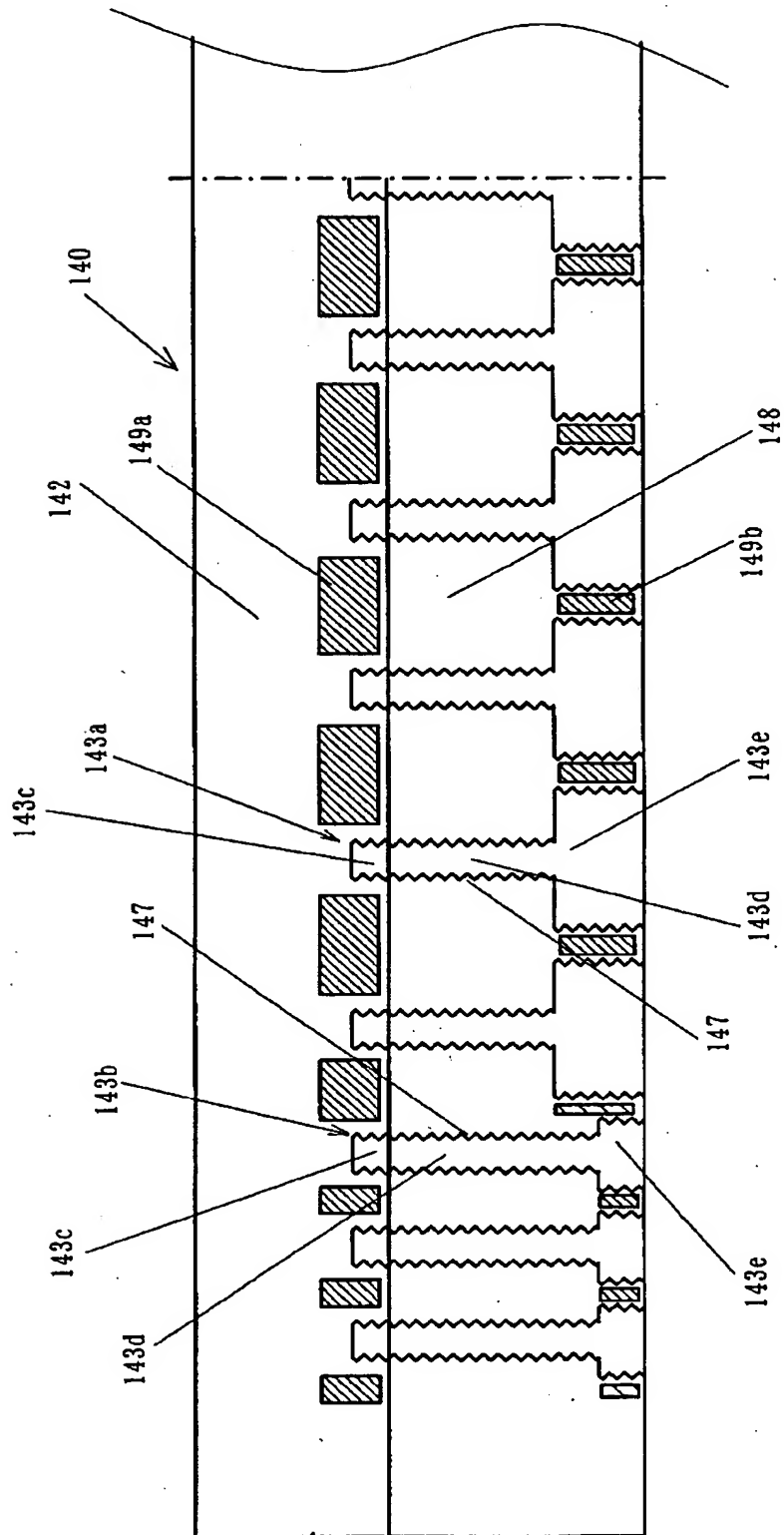


【図6】

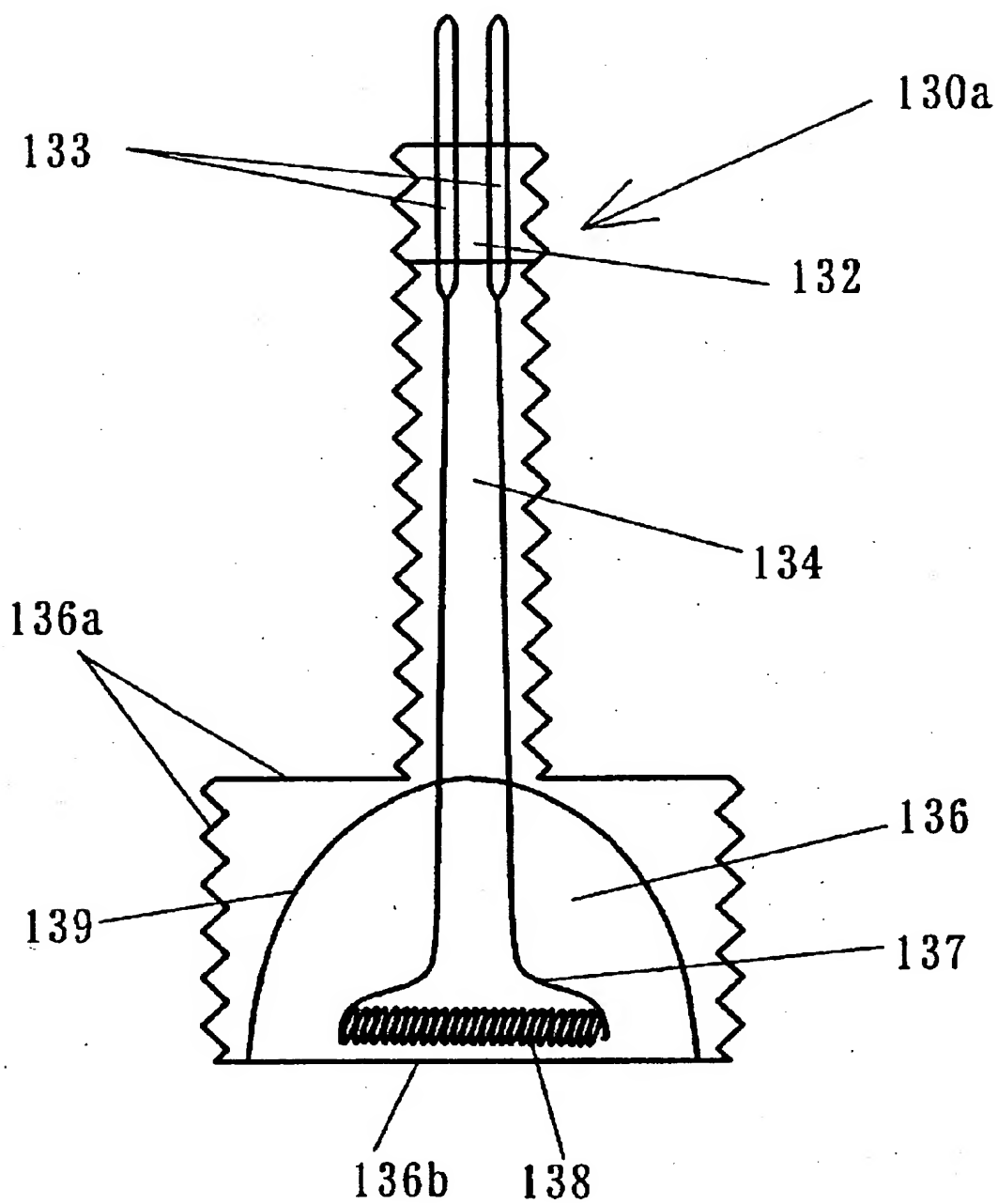




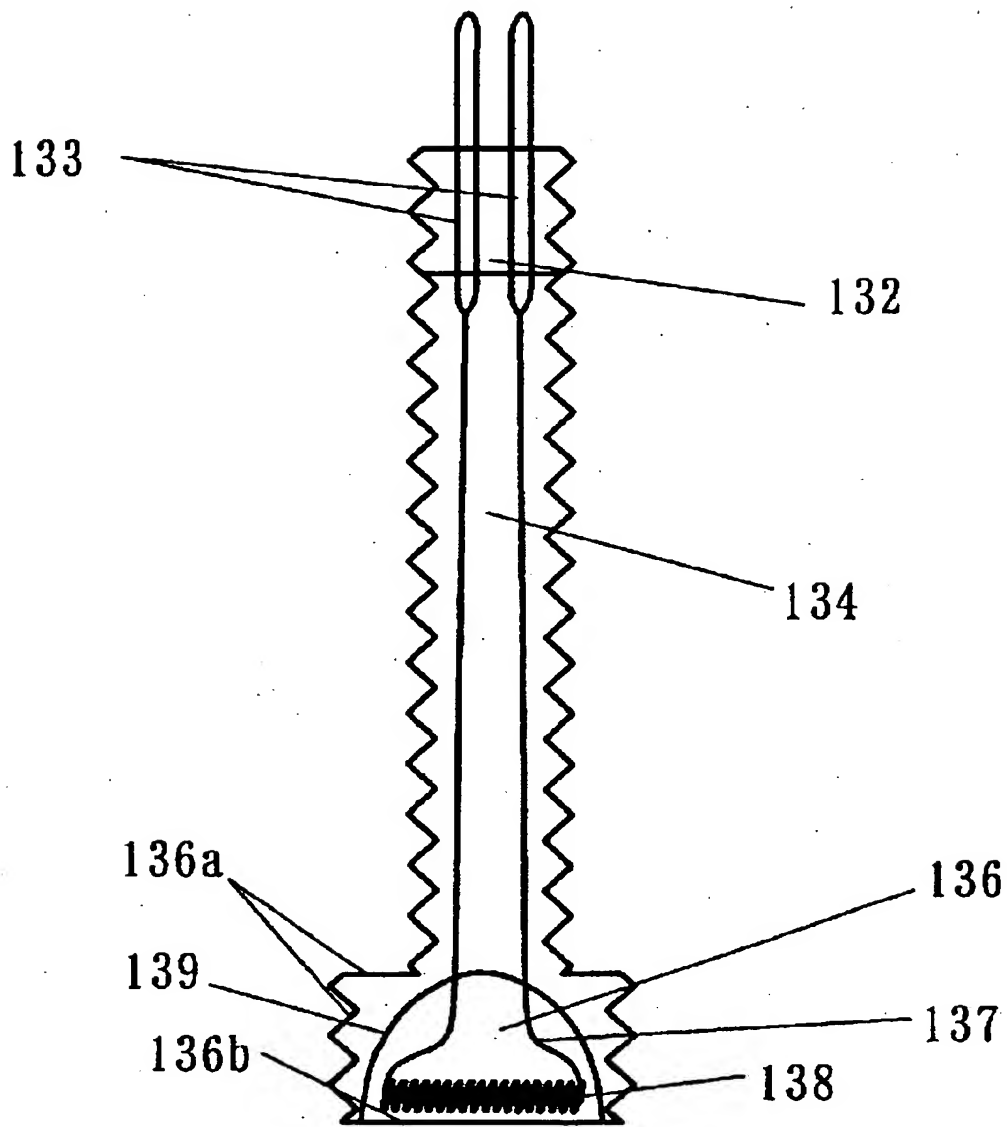
【図 7】



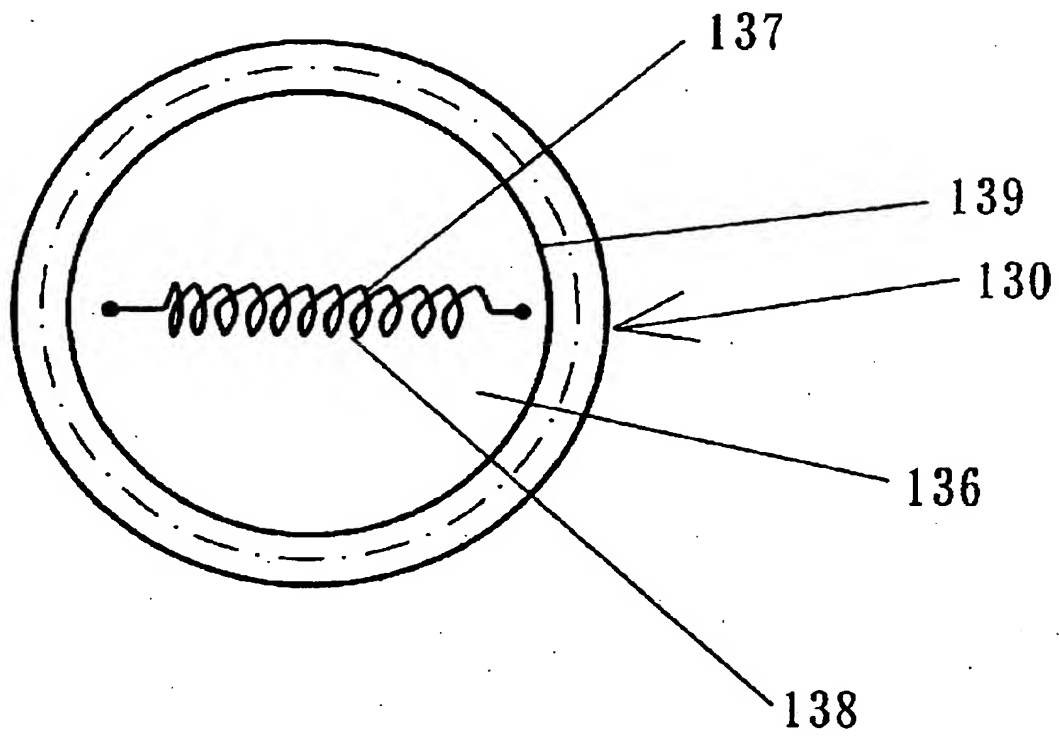
【図8】



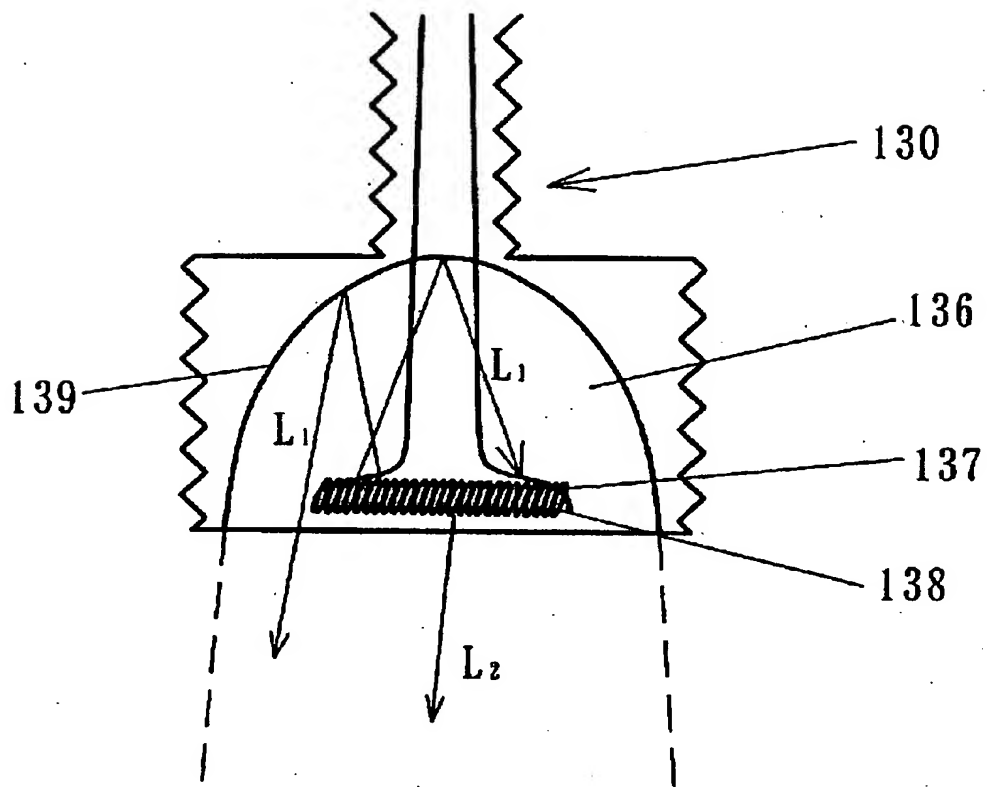
【図9】



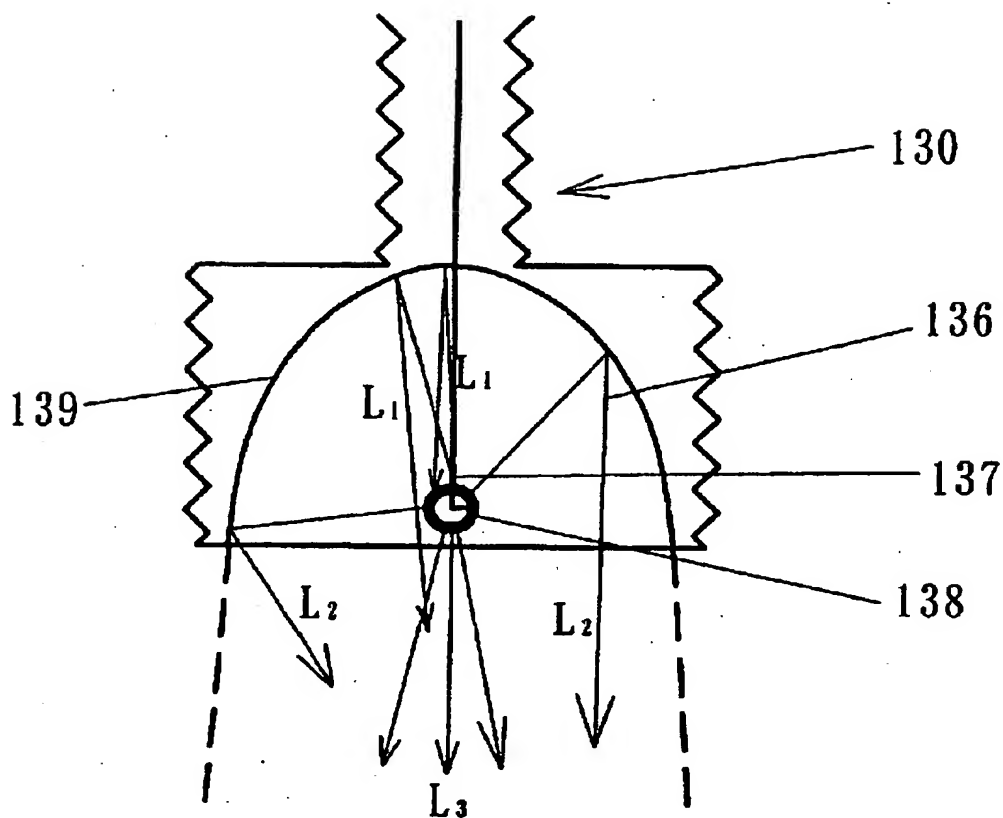
【図 10】



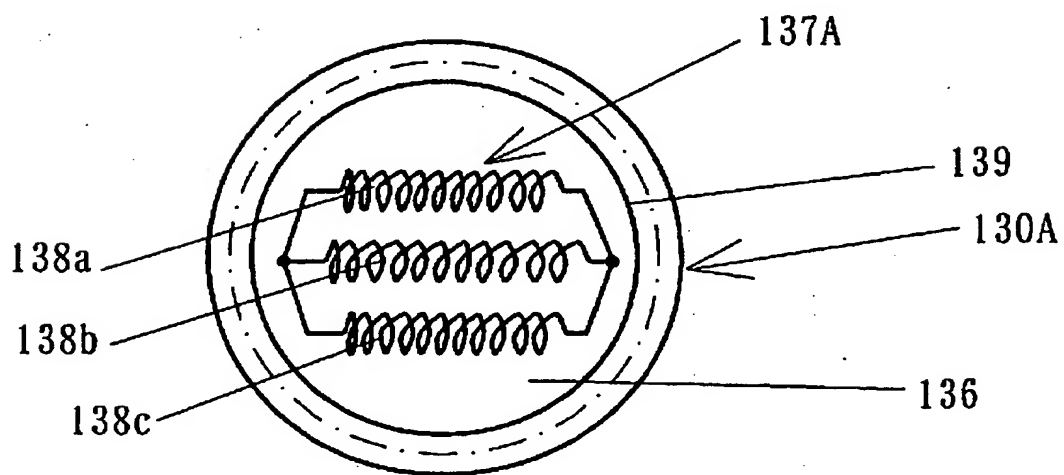
【図11】



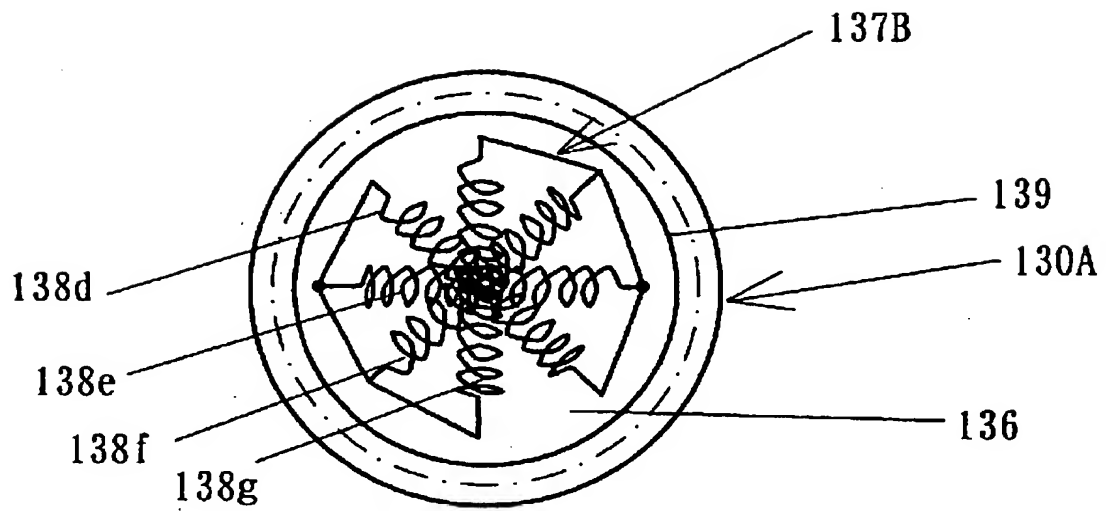
【図 12】



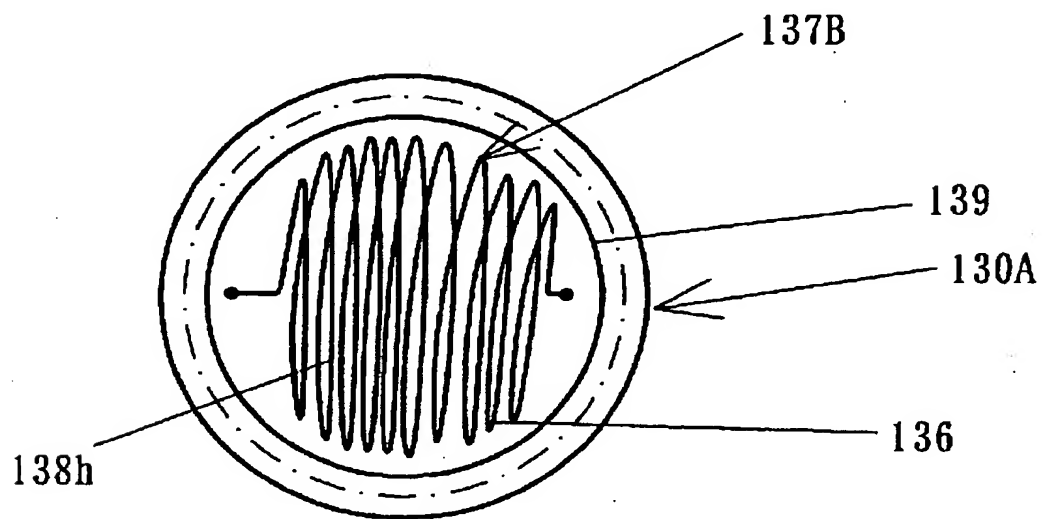
【図 13】



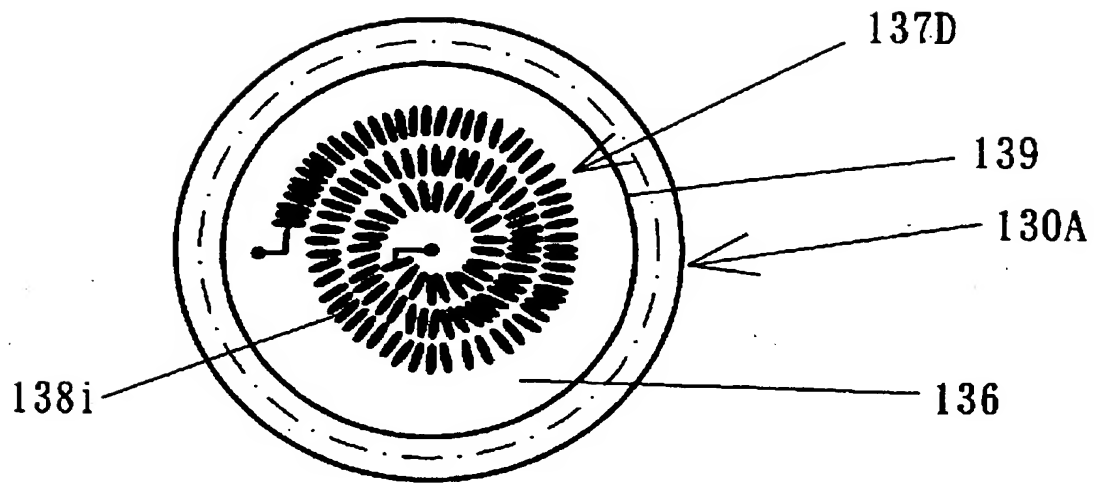
【図14】



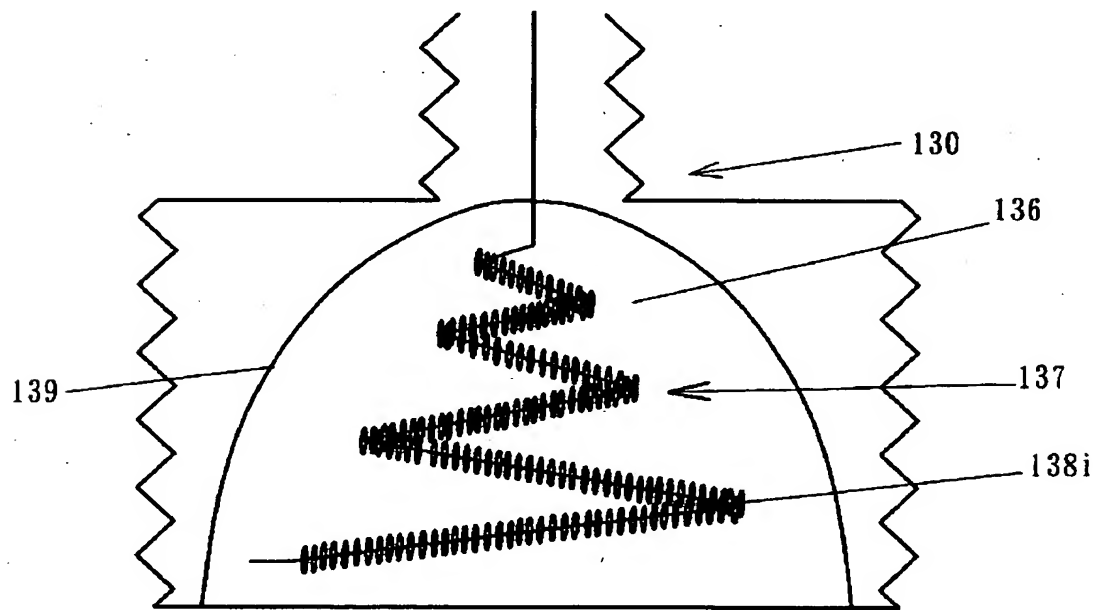
【図15】



【図16】

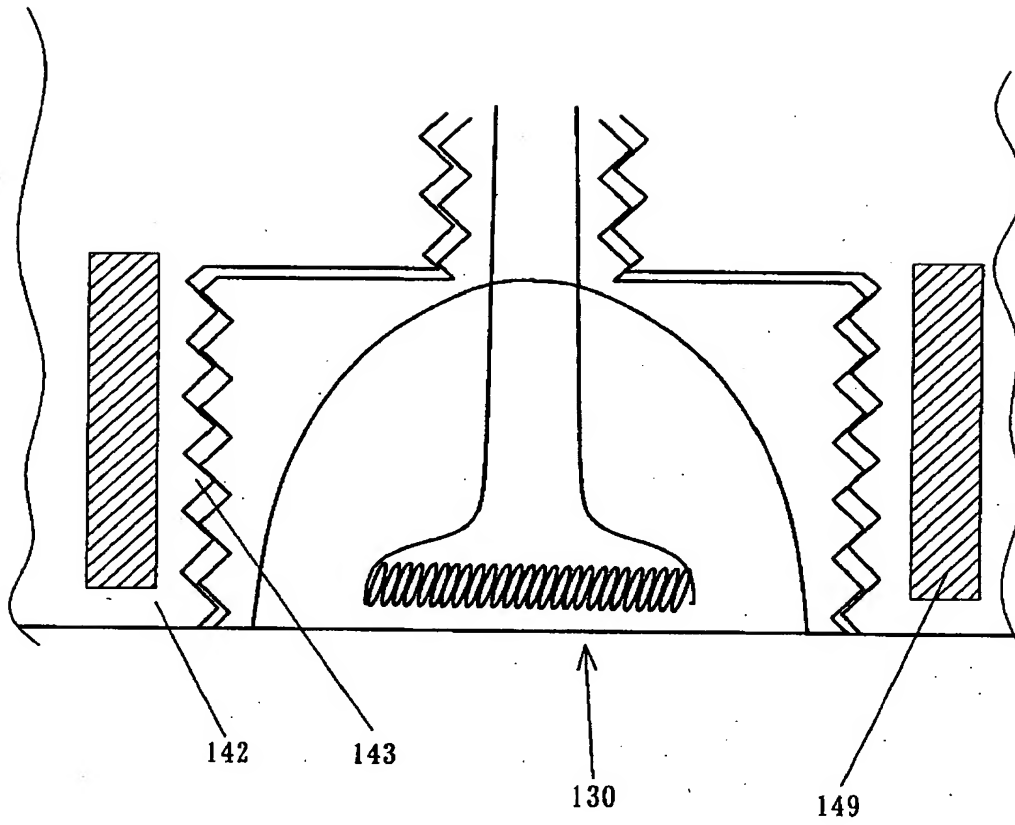


【図17】

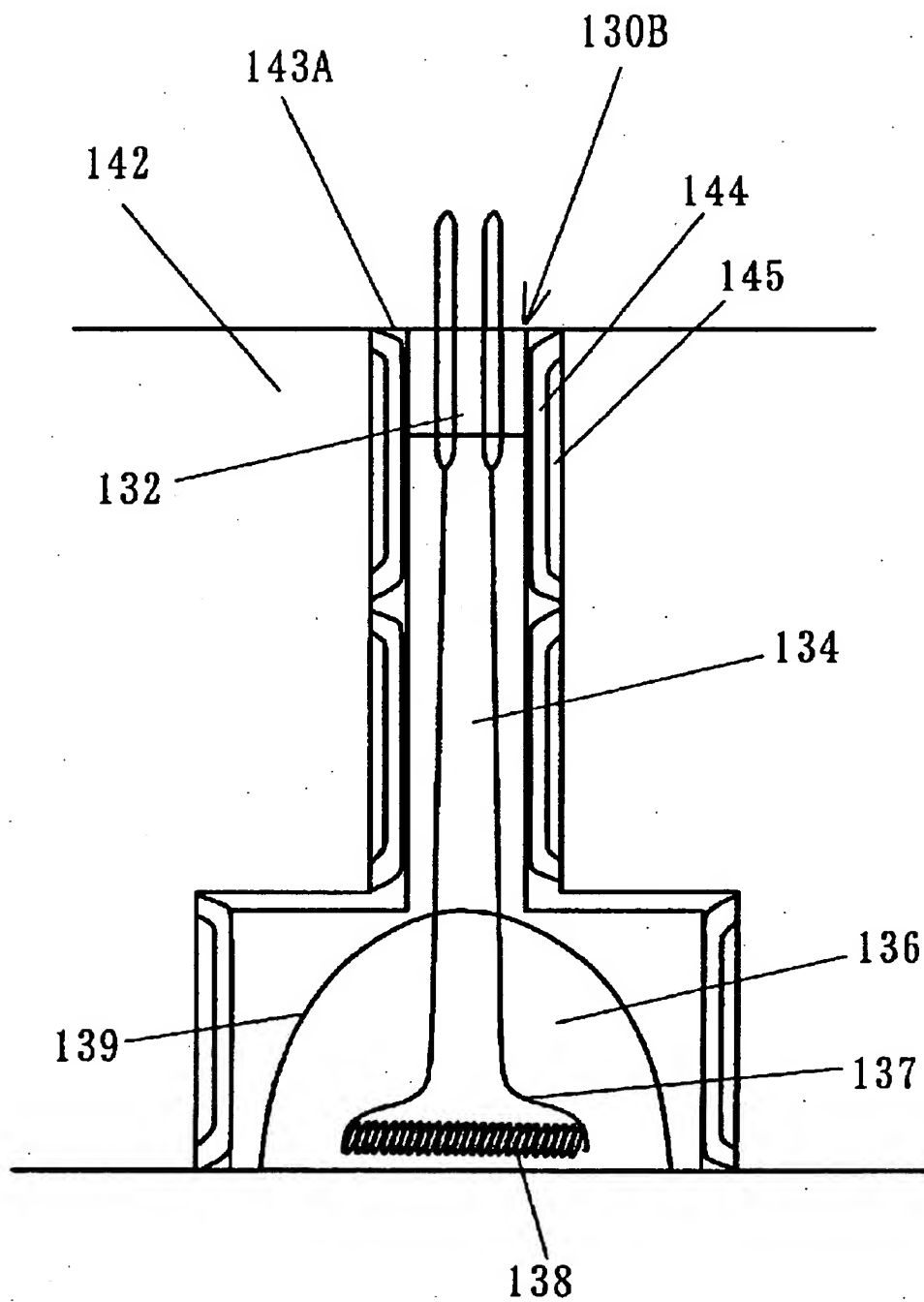




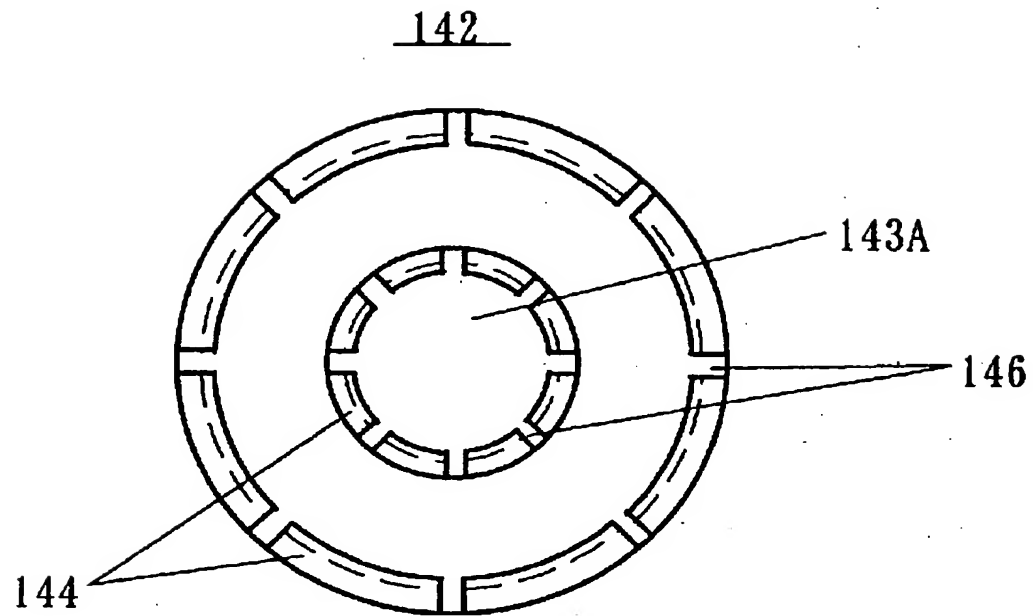
【図18】



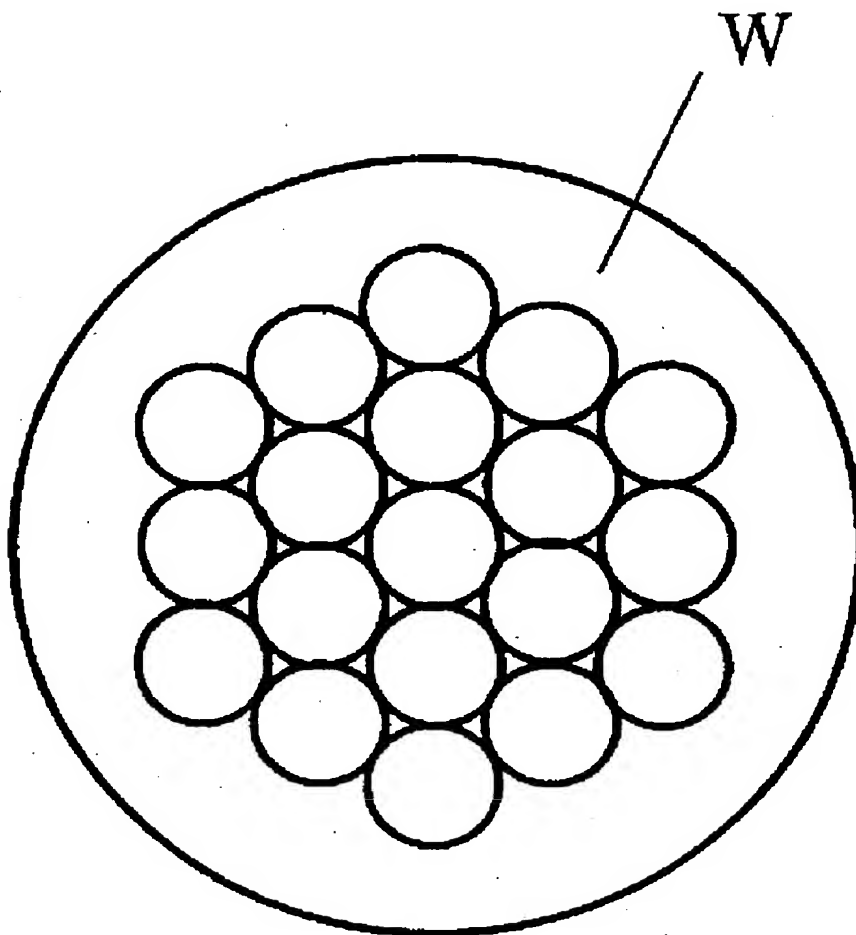
【図19】



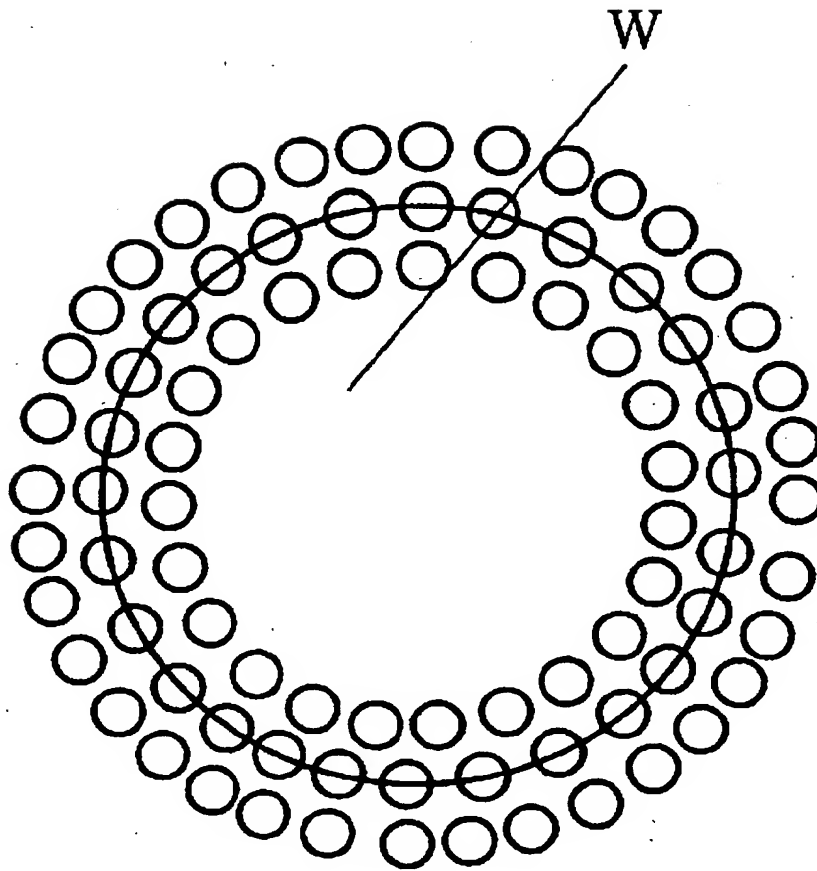
【図20】



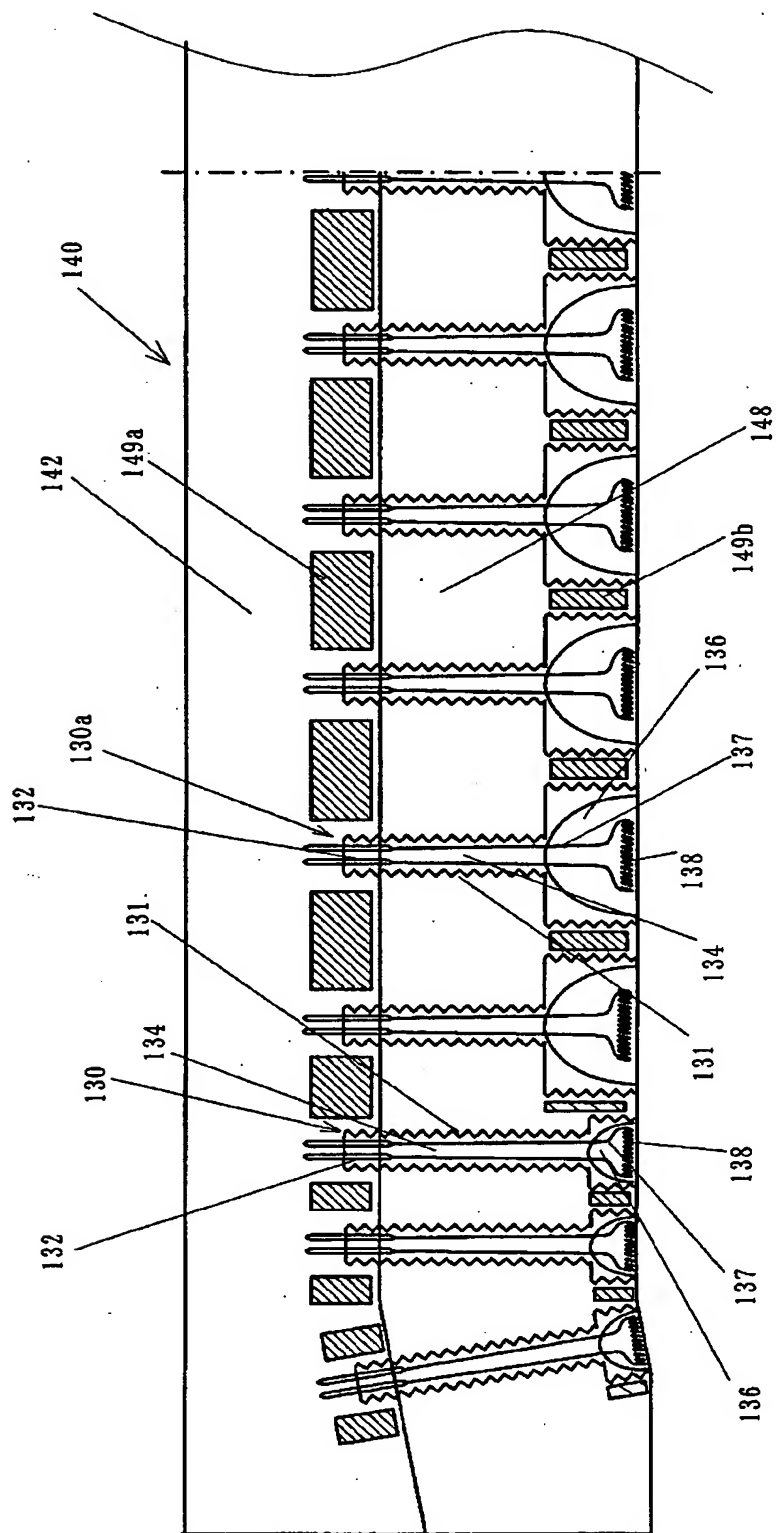
【図 2 1】



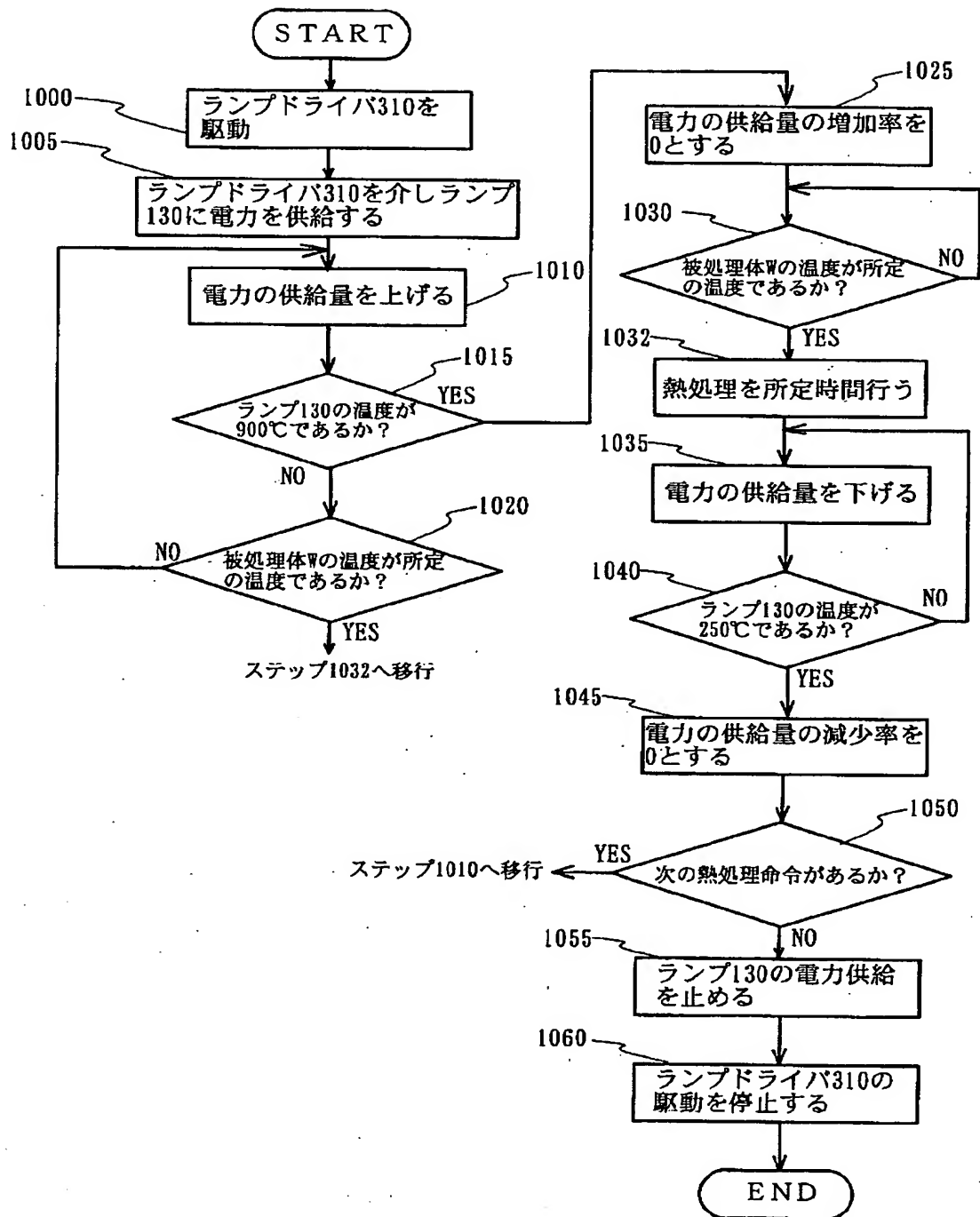
【図 2 2】



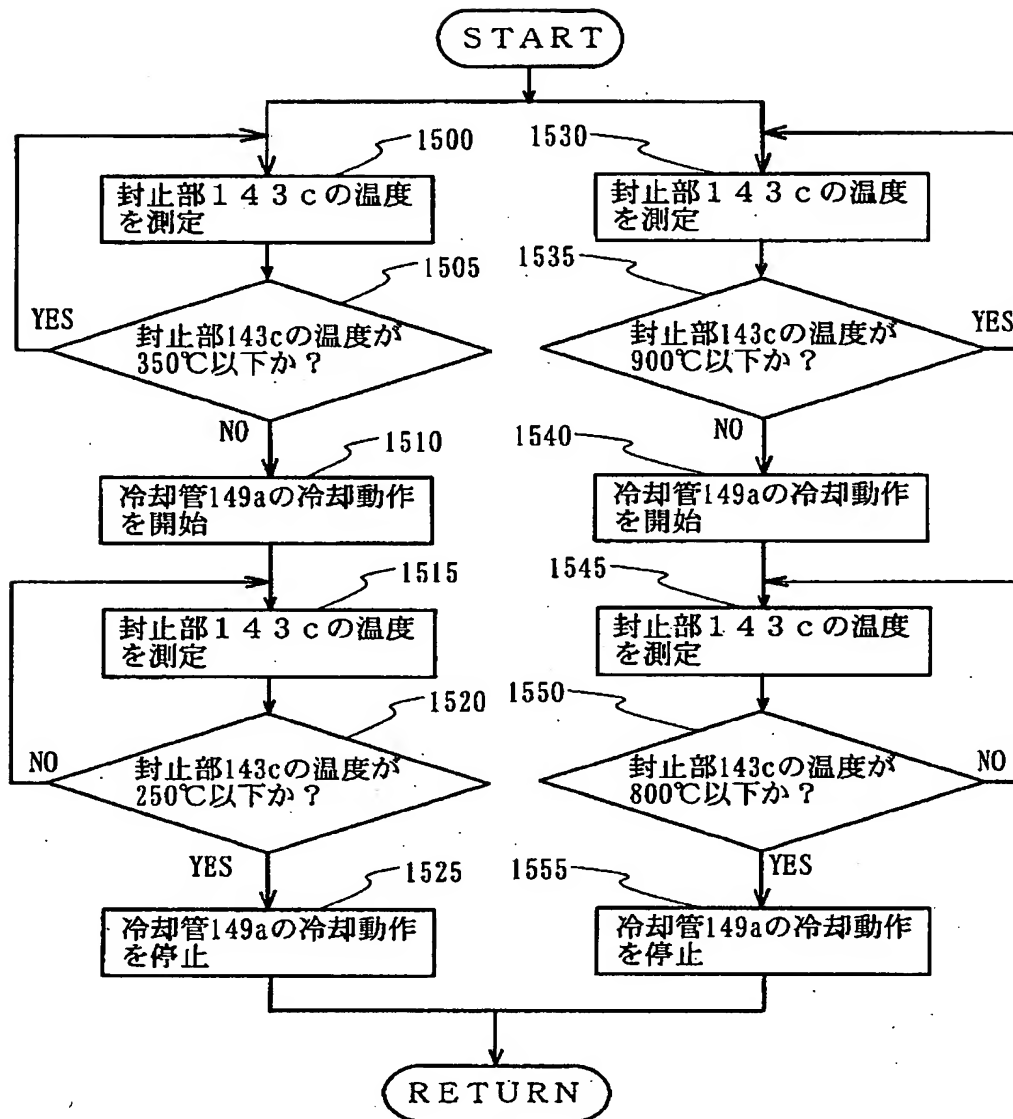
【図 23】



【図 24】

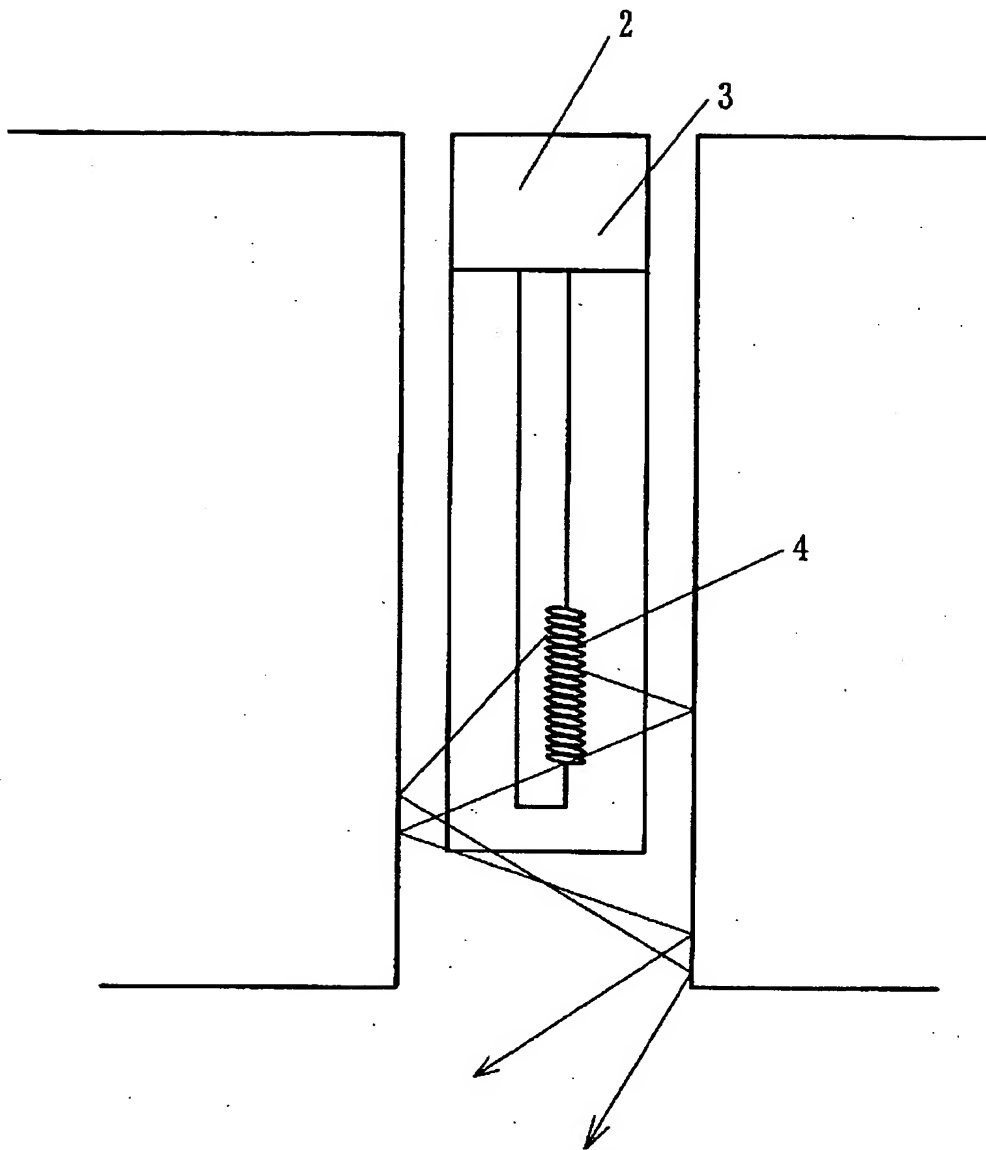


【図 25】





【図 26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、被処理体の急速昇温を可能にすると共に経済性に優れた加熱装置及び熱処理装置を提供する。

【解決手段】 本発明の例示的一態様としての加熱装置は、ランプとランプハウスからなる加熱装置であって、前記ランプは、第1のランプと、前記第1のランプより照射面積の小さい第2のランプとを有し、前記ランプハウスは、当該ランプハウスの中央に第1のランプを収納する第1のランプ収納部と、前記第1の領域の周囲に第2のランプを収納する第2のランプ収納部とを有する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社